

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS**

**TERMORREGULAÇÃO EM OVELHAS MESTIÇAS SANTA INÊS  
RELACIONADA À OFERTA HÍDRICA NO SEMIÁRIDO**

**CLAUDENILDE DE JESUS PINHEIRO COSTA**  
**Zootecnista**

Garanhuns –PE  
NOVEMBRO-2020

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS**

**TERMORREGULAÇÃO EM OVELHAS MISTIÇAS SANTA INÊS  
RELACIONADA À OFERTA HÍDRICA NO SEMIÁRIDO**

Autora: Claudenilde de Jesus Pinheiro Costa

Orientador: Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade

Coorientador: Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Silvia Helena Nogueira Turco

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Pastagens, do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco

Área de Concentração: Produção Animal.

Garanhuns –PE  
NOVEMBRO- 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

C837t Costa, Claudenilde de Jesus Pinheiro  
Termorregulação em ovelhas mestiças de santa inês relacionada à oferta hídrica  
no Semiárido / Claudenilde de Jesus Pinheiro Costa. - 2020.  
75 f.: il.

Orientador: Albericio Pereira de Andrade.  
Coorientador: André Luiz Rodrigues Magalhães.  
Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens, Garanhuns, 2021.

1. Bioclimatologia. 2. Hematologia. 3. Ovinos. 4. Restrição Hídrica. 5. Semiárido. I. Andrade, Albericio Pereira de, orient. II., Magalhães, André Luiz Rodrigues, coorient. III. Título

CDD 636.08

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS**

**TERMORREGULAÇÃO EM OVELHAS MESTIÇAS SANTA INÊS  
RELACIONADA À OFERTA HÍDRICA NO SEMIÁRIDO**

Autora: Claudenilde de Jesus Pinheiro Costa

Orientador: Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade

Coorientador: Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães

Coorientadora: Profa. Silvia Helena Nogueira Turco

**TITULAÇÃO**

APROVADA: 24 / 11 / 2020.

---

**Prof. Dr. Divan Soares da Silva (UFPB)**

---

**PNPD-CAPES Dr. Fleming Sena Campos (UFRPE)**

---

**Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade (UFRPE)**

(Orientador)

***Epígrafe***

*Tudo posso naquele que me fortalece.*

*(Filipenses 4:13)*

*A Deus,*

*Aos meus pais Pedro (in memorian) e Lindalva (in memorian)*

*Meus irmãos, Carlos Augusto, Claudilene, Cleonice, Deusileni, Domingos,  
Jaqueline, José de Ribamar, Maria da Conceição, Maria Valderez, Pedro*

*E aos amigos que tiveram envolvidos de forma direta e indiretamente na minha  
trajetória acadêmica*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus agradeço pela vida, pelos desafios, ensinamentos, a ele sou muito grata.

Aos meus pais Pedro (*in memorian*) e Lindalva (*in memorian*) pelo amor e educação ensinamento.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa e ao Programa de Pós- Graduação Ciência Animal e Pastagens (PPGCAP) pela oportunidade de adquirir conhecimento.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo financiamento do projeto.

A UNIVASF onde foi executado o trabalho, e adquiri muitos conhecimentos e

Ao Lar estudantil Irmã Martha, onde convivi durante 6 meses com pessoas de todo o Brasil e que fiz amizades e a funcionária do Lar estudantil dona Katia uma pessoa muito prestativa.

Ao meu orientador Professor Dr Albericio pela confiança dada.

Ao meu coorientador Professor Dr André pela confiança.

Ao Pesquisador Gherman pela confiança e participar na execução deste trabalho.

A professora Silvia pela ajuda nas análises de ambiência.

A Professora Maria Helena UNIVASF/CCA, pela disponibilidade.

Ao Professor Diego César UNIVASF/CCA, que me auxiliou nas análises bioquímicas e hematológicas no Laboratório de Microscopia e Lupas.

Vanuzia, Wellington e Cleyton pela convivência durante o experimento onde com vocês aprendi.

A Antônio Bruno, Josiel, Elves, Breno, Arquenor obrigado pela ajuda de vocês no dia de coleta estavam prontamente a ajudar.

A Alane, Regina, Joisyleide agradeço pela ajuda nas análises laboratoriais.

Aos funcionários da UNIVASF/CCA, Sr Enoque, Sr João e Denner pela ajuda durante o período da execução do trabalho.

Aos meus cachorros “filhos de quatro patas” Charlie e Negão saudade é grande.

A minha amiga de infância Joanne mesmo estando longe me dava muito apoio.

A minhas amigas Steyce, Tielle, Raquel desde a graduação.

As minhas Amigas Léia e Eudes pelos conselhos e conversas mesmo distantes.

Aos meus amigos que conquistei no mestrado, Caline, Cleyton, Daniel Bezerra, Daniel Melo, Denerson, Gislane, Jéssica, Mery, Mônica, Yara, Pedro Borba.

A Roberta Valença pela ajuda, estava prontamente a ajudar.

Ao PNPD Fleming pela ajuda durante experimento.

A Elizangela e Emanuevly pela amizade, e pela ajuda no experimento.

*“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo”.*

*(Martin Luther King Jr)*

## **BIOGRAFIA**

Claudenilde de Jesus Pinheiro Costa, filha de Lindalva Gomes Pinheiro e Pedro Alcantara Costa, nasceu na cidade de São Luís- MA, em 22 de outubro de 1986. Ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Estadual do Maranhão- UEMA, campus São Luís, em agosto de 2011, colando grau em 10 de agosto de 2017, recebendo o título de Bacharel em Zootecnia. Em agosto de 2018, ingressou no curso de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns, concentrando seus estudos na área de produção e alimentação de ruminantes no Semiárido, submetendo-se à defesa da dissertação para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Pastagens no dia 24 de novembro de 2020.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS .....	11
LISTA DE TABELAS .....	12
SIGLAS.....	14
RESUMO .....	15
ABSTRACT .....	16
<b>CAPÍTULO I</b> CONTEXTUALIZAÇÃO.....	17
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	18
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1. Ovinos Santa Inês e sua importância.....	19
2.2. Água na manutenção da homeotermia .....	19
2.3. Restrição hídrica .....	20
2.4. Termorregulação .....	21
2.5. Variáveis fisiológicas .....	21
2.5.1. Temperatura respiratória.....	21
2.5.2. Frequência cardíaca.....	22
2.5.3. Temperatura retal.....	23
2.5.4. Taxa de sudção .....	24
2.6. Índices de conforto.....	25
2.7. Parâmetros hematológicos e bioquímicos.....	26
2.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
4. OBJETIVOS.....	34
4.1. Geral.....	34
4.2. Específicos.....	34
<b>CAPÍTULO II</b> Efeito de diferentes ofertas hídricas sob os parâmetros fisiológicos de ovelhas Santa Inês mestiças.....	35
RESUMO .....	36
ABSTRACT .....	37
1. INTRODUÇÃO .....	38
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45

4. CONCLUSÃO .....	52
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
<b>CAPÍTULO III</b> Perfil bioquímico e hematológico de ovelhas Santa Inês mestiças submetidas a diferentes ofertas hídricas.....	57
RESUMO .....	58
ABSTRACT .....	59
1. INTRODUÇÃO .....	60
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	61
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
4. CONCLUSÃO .....	72
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73

**LISTA DE FIGURAS****CAPÍTULO II**

Página

- Figura 1.** Observação da temperatura retal (A) e frequência cardíaca (B).....43
- Figura 2.** Cápsula acoplada a desumidificador para avaliação da evaporação cutânea na área do pescoço (A) e lombo com pelo (B).....43
- Figura 3.** Localização dos termômetros de globo negro no galpão experimental.....44
- Figura 4.** Imagens produzidas com câmera termográfica (Flir T420<sup>®</sup>) de diferentes regiões do corpo do animal: (A) ocular, (B) cabeça, e (C) lombo.....44
- Figura 5.** Variação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) nos diferentes horários do dia.....45

**LISTA DE TABELAS****CAPÍTULO II**

	Página
<b>Tabela 1.</b> Características físico-químicas da água ofertada no período experimental....	40
<b>Tabela 2.</b> Proporção dos ingredientes na base da matéria seca da ração e composição química dos ingredientes e dieta experimental.....	41
<b>Figura 3.</b> Parâmetros fisiológicos em ovelhas Santa Inês mestiças sob diferentes ofertas hídricas.....	47
<b>Tabela 4.</b> Taxa de sudação em ovelhas Santa Inês mestiças sob diferentes ofertas hídricas.....	51

**LISTA DE TABELAS****CAPÍTULO III**

	Página
<b>Tabela 1.</b> Características físico e química da água ofertada no período experimental.....	62
<b>Tabela 2.</b> Proporção dos ingredientes na base da matéria seca da ração e composição química dos ingredientes e dieta experimental.....	63
<b>Tabela 3.</b> Parâmetros hematológicos em ovelhas mestiças sob diferentes ofertas hídricas.....	65
<b>Tabela 4.</b> Valores bioquímicos séricos em ovelhas Santa Inês mestiças sob diferentes ofertas hídricas.....	67
<b>Tabela 5.</b> Concentração urinária de creatina e ureia em ovelhas Santa Inês mestiças sob diferentes ofertas hídricas.....	68
<b>Tabela 6.</b> Frequência da sedimentoscopia em ovelhas Santa Inês mestiças sob diferentes ofertas hídricas.....	69
<b>Tabela 7.</b> Densidade e frequência dos parâmetros físicos da urina de ovelhas Santa Inês mestiças sob diferentes ofertas hídricas.....	70
<b>Tabela 8.</b> Características químicas da urina de ovelhas Santa Inês mestiças sob diferentes ofertas hídricas.....	71

**LISTA DE SIGLAS**

**AST** - Alanina aminotransferase

**ALT** - Aspartato aminotransferase

**Bat** - Batimento

**CHCM** - Concentração de hemoglobina corpuscular média

**EE** - Extrato etéreo

**FC** - Frequência cardíaca

**FR** - Frequência respiratória

**GGT** - Gama glutamil transferase

**HGB** - Hemoglobina

**Min** - Minuto

**Mov** - Movimento

**HCM** - Hemoglobina corpuscular média

**MO** - Matéria orgânica

**MPV** - Volume plaquetário médio

**MS** - Matéria seca

**PT** - Proteínas totais

**PB** Proteína bruta

**PCT** - Procalcitonina

**PDW** - Amplitude de distribuição volumétrica das plaquetas

**RDW** - Amplitude de distribuição dos glóbulos vermelhos

**TR** - Temperatura retal

**TS** - Temperatura superficial

**TSD** - Taxa de sudorese

COSTA, C. J. P **Termorregulação em ovelhas mestiças Santa Inês relacionada à oferta hídrica no Semiárido.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens). Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens. UFRPE. Garanhuns-PE.  
Orientador: Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade

## RESUMO

A escassez de água para o consumo animal é um fator limitante para produção pecuária nas regiões com déficit hídrico devido à importância da água nas funções metabólicas dos animais de produção. Este estudo avaliou o efeito de diferentes ofertas hídricas no conforto térmico e nos parâmetros sanguíneos e fisiológicos de ovelhas Santa Inês mestiças, onde 32 ovelhas  $2,3 \pm 0,99$  anos e peso inicial de  $32,2 \pm 7,4$ kg foram submetidas a quatro ofertas hídricas: água *ad libitum* (Controle-100%); 80, 60 e 40% do consumo de água pelos animais do grupo controle, em delineamento inteiramente casualizado com oito repetições. O período de confinamento foi de 77 dias, sendo que 14 dias foram destinados à adaptação. As ovelhas foram confinadas em baias individuais, e receberam dietas constituídas de capim elefante e concentrado em uma relação 46:54, formulada para alcançar a taxa de ganho de peso de 157g/dia. Avaliou-se a frequência respiratória (FR), cardíaca (FC), temperatura retal (TR), taxa de sudorese (TS), parâmetros hematológicos. Os maiores valores de índice de temperatura e umidade foram observados às 15:00h (90), caracterizando zona de alerta para os animais. A FR, FC e TR apresentaram comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ). Não se observou relação da oferta hídrica com a TS. Houve efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) para hemácias e ureia. A enzima Alanina Aminotransferase reduziu linearmente ( $P > 0,05$ ) com a restrição hídrica. A creatinina urinária foi reduzida juntamente com a oferta hídrica ( $P = 0,020$ ). Em relação as características da cor da urina, todos os grupos obtiveram aspectos diferentes, ficando entre límpido e turvo. Para as características químicas da urina observou-se efeito quadrático ( $P = 0,034$ ) para pH, sendo o maior valor (8,75) no tratamento com 60% da oferta hídrica. Em relação às proteínas totais da urina e urobilinogênio, observou-se aumento linear ( $P < 0,05$ ). As diferentes ofertas hídricas modificam a fisiologia de ovelhas mestiças da raça Santa Inês, bem como os parâmetros fisiológicos, sanguíneos e urinários em ovelhas Santa Inês mestiças. A oferta hídrica de 40% por período determinado promove leve desidratação aos animais.

**Palavras-chave:** Ambiente, Termorregulação, Hemograma, Ovinos, Restrição hídrica, Semiárido.

COSTA, C. J. P. **Thermoregulation in crossbred sheep from Santa Inês related to water supply in the Semi-arid.** Dissertation (Master's Degree Course in Animal Science and Pastures). Graduate Program in Animal Science and Pastures. UFRPE. Garanhuns-PE. Advisor: Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade.

### ABSTRACT

The scarcity of water for animal consumption is a limiting factor for livestock production in regions with water deficit due to the importance of water in the metabolic functions of farm animals. This study evaluated the effect of different water offerings on the thermal comfort and blood and physiological parameters of crossbred Santa Inês ewes, where 32 ewes  $2.3 \pm 0.99$  years and initial weight of  $32.2 \pm 7.4$ kg were subjected to four water offers: water *ad libitum* (Control-100%); 80, 60 and 40% of water consumption by animals in the control group, in a completely randomized design with eight replications. The confinement period was 77 days, of which 14 days were for adaptation. The sheep were confined to individual stalls, and received diets consisting of elephant grass and concentrated in a 46:54 ratio, formulated to achieve a weight gain rate of 157g / day. Respiratory (RF), heart rate (HR), rectal temperature (TR), sweating rate (TS), hematological parameters were evaluated. The highest values of temperature and humidity index were observed at 15:00 (90), characterizing the alert zone for the animals. FR, HR and TR showed quadratic behavior ( $P < 0.05$ ). There was no relationship between water supply and TS. There was an increasing linear effect ( $P < 0.05$ ) for red blood cells and urea. The enzyme Alanine Aminotransferase reduced linearly ( $P > 0.05$ ) with water restriction. Urinary creatinine was reduced along with water supply ( $P = 0.020$ ). Regarding the characteristics of urine color, all groups had different aspects, ranging from clear to cloudy. For the chemical characteristics of urine, a quadratic effect ( $P = 0.034$ ) for pH was observed, with the highest value (8.75) in the treatment with 60% of the water supply. Regarding the total proteins of urine and urobilinogen, a linear increase was observed ( $P < 0.05$ ). The different water offerings modify the physiology of Santa Inês crossbred sheep, as well as the physiological, blood and urinary parameters of Santa Inês crossbred sheep. The 40% water supply for a given period promotes mild dehydration.

**Keywords:** Environment, Thermoregulation, Blood counts, Sheep, Water restriction, Semi-arid.

## CONTEXTUALIZAÇÃO

---

### CAPÍTULO I

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Os pequenos ruminantes são parte integrante dos sistemas de produção nas regiões áridas e semiáridas do mundo (Jaber et al., 2013), sendo a ovinocultura uma atividade economicamente importante nestas regiões. A ovinocultura está presente em praticamente todos os continentes, e essa ampla difusão se deve principalmente à facilidade de adaptação ambiental dos animais (Viana, 2008).

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2016), o efetivo populacional de ovinos no mundo é de aproximadamente 1,2 bilhões. Essa atividade ocupa grande parte dos ambientes impróprios para a agricultura, como regiões montanhosas e semiáridas, sendo possível encontrar criações de ovinos nas mais diferentes condições ambientais, isso devido a seleção praticada pelo homem e pela capacidade de adaptação destes animais. No Brasil a região Nordeste tem apresentado um crescimento de 15,94% do rebanho caprino e ovino (IBGE, 2018).

O crescimento da produção animal, bem como a demanda por produtos de origem animal, desperta a atenção da comunidade pelo uso racional da água, principalmente em regiões áridas e semiáridas. Atualmente a atenção está voltada para as situações de restrição hídrica nos sistemas de produção, e apesar dos aspectos supracitados, pesquisas relacionadas a esta temática, direcionadas para a importância da água nos sistemas de produção em região do semiárido são escassas. Em vista disso, a observação do impacto da restrição hídrica na produtividade animal se faz necessária.

A água é um componente essencial para a produção animal, mas sua disponibilidade costuma ser um fator limitante para os pequenos ruminantes em regiões áridas e semiáridas do mundo (Alamer, 2010). A restrição de água para os animais é caracterizada como uma estratégia de manejo em épocas secas, atendendo a exigência mínima de água para os ovinos, de forma deduzir os impactos causados pela escassez de água (Araújo et al., 2011). A água tem grande importância nas funções metabólicas dos animais e nos mecanismos de adaptação frente à indisponibilidade da água para sistema de produção. Diante disso, são importantes os estudos que objetivam compreender as respostas fisiológicas dos animais em relação a termorregulação quando estes são submetidos a restrição hídrica. Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes ofertas hídricas nas respostas fisiológicas e parâmetros sanguíneos de ovelhas Santa Inês mestiças.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Ovinos Santa Inês e sua importância**

A raça Santa Inês representa uma excelente alternativa na produção de carne em regiões tropicais. A ovinocaprinocultura em regiões do Semiárido ainda é exercida por agricultores familiares, onde os animais são criados sem suplementação, extensivamente na vegetação nativa e expostos a variação de oferta de alimento de acordo com o déficit hídrico (Joris e Vilpoux, 2013).

A raça Santa Inês tem origem de grupos genéticos de procedência ainda controversa que naturalizaram no Nordeste brasileiro, possivelmente origem africanas e europeias introduzidas no Brasil na época da colonização Barros et al., (2005). É uma raça deslanada onde é possível encontrar animais com tamanhos variados entre o médio e o grande porte (Landim, 2005).

Considerada com boa habilidade materna, a raça Santa Inês também produz leite suficiente para criar os seus borregos, além do estro ocorrer o ano todo (poliétricas não estacionais) podendo ocorrer três partos em dois anos (Barros et al., 2005). Os ovinos deslanados como Santa Inês ganharam importância com o crescente mercado da carne, e decorrência da queda na demanda de lã pela indústria têxtil e isso, impulsionou a criação em outras regiões do país (Martins et al., 2006) como o Nordeste, a população de ovinos superou a do Sul país.

### **2.2 Água na manutenção da homeotermia**

A temperatura corporal é de grande importância para manutenção e o equilíbrio entre a perda e o ganho de calor, para o equilíbrio do calor produzido ou infiltrado em quantidade liberada ao ambiente (Ferreira, 2005). O mecanismo de manutenção da temperatura dentro de determinados limites é uma adaptação evolutiva chamada de homeotermia, tal mecanismo permitiu ao animal executar determinadas funções apesar dos limites na temperatura ambiente (Bitman et al., 1984).

A água é um recurso importante na dieta dos ruminantes, está associada as funções relacionadas à digestão e metabolismo animal (Votollini, 2011), é de grande importância para termorregulação, a escassez ou déficit hídrico, ocasiona o aumento do estresse calórico e afeta o bem-estar animal. Quando acontece elevação da taxa de evaporação no organismo, a água é eliminada pela corrente sanguínea, e variados mecanismos como o estômago, intestino, fluidos intersticiais, fezes e da oxidação de carboidratos, gorduras e proteínas

armazenadas (Mcdowell, 1974).

### **2.3. Restrição hídrica**

As condições de restrição de água modificam o metabolismo animal, possibilitando que este desenvolva mecanismos que conservem o conteúdo de água corpórea (Choshniak et al., 1995). O aumento osmótico, que é frequente em ovelhas e cabras em lactação sob restrição hídrica (Mengistu et al., 2007), aumenta as concentrações de hemoglobina (Hamadeh et al., 2006), colesterol (Casamassima et al., 2008) e cortisol (Kataria e Kataria, 2007) no plasma sanguíneo. As perdas produtivas por intermédio da restrição hídrica se assemelham às perdas ao estresse por calor. Contudo, em regiões Semiáridas esses problemas tendem a ocorrer simultaneamente (Chedid et al., 2014).

A escassez de água e a baixa qualidade dos alimentos são problemas que a produção de ruminantes enfrenta em regiões Áridas e Semiáridas do mundo. A sustentabilidade desse setor depende, principalmente, da capacidade de adaptação dos animais e a manutenção da produção sob condições climáticas variadas (Blanc et al., 2004; Hamadeh et al., 2006). A restrição de água se dá quando a ingestão de água livre, água dos alimentos e a água antes ou depois do metabolismo são insuficientes para manter as perdas insensíveis de água através da pele, pulmões, e a perda na produção de urina pelos rins (Fuller et al., 2004).

A importância do fornecimento adequado da água é melhor entendido considerando as consequências da restrição hídrica nos animais como: redução na ingestão de alimentos, redução do ganho de peso e da taxa normal de crescimento, danos à termorregulação, redução da excreção renal de produtos do metabolismo, (Kamphues, 2000; Campos, 2001; NRC, 2007). Silanikove (1992) observou que a menor ingestão de água está associada com a redução na ingestão de matéria seca, redução da motilidade do rúmen, da atividade de ruminação, diminuição da taxa de passagem e, conseqüentemente, aumento na digestibilidade dos carboidratos estruturais. Além do que, pode interferir nos parâmetros sanguíneos, Jaber et al. (2004), estudando ovinos submetidos a restrição hídrica, observaram que os animais apresentaram alterações no balanço metabólico e endócrino, com a elevação da glicose sanguínea, creatinina e concentração de sódio e a diminuição dos níveis de potássio.

### **2.4. Termorregulação**

A termorregulação é determinada a partir de um conjunto pelo qual os animais utilizam para manter a regulação da temperatura corporal, observa-se que este mecanismo é importante para a adaptação e manutenção de animais em ambiente com déficit hídrico. (Souza e Batista, 2012). De acordo com Braz (2005), o mecanismo de termorregulação envolve o acionamento dos termorreceptores centrais e periféricos, um sistema de condução aferente, o controle central de integração dos impulsos térmicos e um sistema de respostas eferentes carregando a respostas compensatórias.

A termorregulação é estruturada por dois sistemas que agem em conjunto, com o sistema endócrino e o sistema nervoso. Ambos enviam mensagens por meio de fibras sensitivas ou aferentes ao centro regulador - o hipotálamo – irá processar essas informações para enviar respostas através de fibras eferentes e neurônios de associação até aos órgãos efetores, que produzem os efeitos necessários à regulação da homeostase.

Com a termorregulação, os ovinos atuam na temperatura interior através das respostas à adaptação no ambiente externo do qual estão expostos. E a capacidades que estes animais irão utilizar sua temperatura corporal para sinalizar as condições térmicas estressantes para a manutenção com os processos fisiológicos (Silanikove, 2000; Baêta e Souza, 2010). A perda de calor é um mecanismo de busca da termoneutralidade, para exercer os mecanismos de trocas de calor com o ambiente, de formas sensíveis, ou seja, condução, convecção e radiação, e formas latentes: evaporação respiratória e transpiração (Baêta e Souza, 2010; AL-Haidary, 2014).

## **2.5. Variáveis fisiológicas**

### **2.5.1. Frequência respiratória**

A carga térmica excessiva explorada nos trópicos promovem nos ruminantes uma aceleração na frequência respiratória que possibilita à dissipação térmica pelo aquecimento do ar inspirado e pela evaporação da água pelas vias respiratórias (Marques, 2000). A eficiência do primeiro sistema precisa do volume de ar inspirado, de seu calor específico e com a diferença de temperatura entre o ar inspirado e o expirado. A evaporação também depende da umidade relativa do ar. A perda de calor latente reside na evaporação da água na superfície da pele ou através do trato respiratório, utilizando o calor para converter a entalpia da água em evaporação (Ingram e Mount, 1975). E quanto maior o gradiente térmico entre a superfície do animal e o meio, maior será a capacidade de dissipação de calor pelo animal. Entretanto, assim que a medida diminui os gradientes

ocorre uma redução na perda de calor, de forma sensível com isso aumenta através dos mecanismos de perda de calor latente, a sudorese e ou frequência respiratória (Souza et al., 2003).

A cada aumento de 10°C na temperatura do ar, o movimento respiratório na maioria dos animais domésticos pode dobrar, encontrando-se valores acima de 200 movimentos respiratórios por minuto quando a temperatura do ar é maior que a do corpo (Falco 1997). Apesar do primeiro sinal visível de animais submetidos ao estresse térmico seja o aumento da frequência respiratória, esta resposta é a terceira na sequência dos mecanismos de termorregulação, ocorrera a princípio a vasodilatação periférica e a sudorese.

A frequência respiratória tem aumento ou diminuição isso irá depender da intensidade e da duração do estresse a que são submetidos os animais. Assim como, aumentam a frequência respiratória apresentando a taquipneia, ao aumento da taxa de sudorese, fazendo que ambos, são importantes meios de perda de calor por evaporação (Baccari Júnior, 2001). Hales e Brown (1974) afirmaram que a taxa de respiração da espécie ovina se situa em torno de 25 a 30 mov.min<sup>1</sup> podendo ter uma elevação, Terril & Slee (1991), a 300 mov.min<sup>-1</sup> em ovinos estressados. A taxa de respiração pode estimar o grau de severidade de estresse pelo calor, uma frequência de 40-60, 60-80 e 80-120 mov.min<sup>-1</sup> são caracterizados de um estresse baixo, médio alto e alto para os ruminantes, respectivamente; e acima de 150 para bovinos e 200 para ovinos, o estresse é classificado como severo (Silanikove, 2000). Contudo, é de se considerara que a frequência respiratória resulta, principalmente, do período do dia, da temperatura ambiente e quantidade da produção animal (Aguiar et al., 1996).

### **2.5.2. Frequência cardíaca**

Segundo Cowles (1958), a frequência cárdica é uma das respostas mais rápidas ao estresse animal é a alteração na circulação sanguínea. A capacidade de alterar o fluxo sanguíneo de um órgão para outros é característica de todos os vertebrados, sendo uma das primeiras funções fisiológicas da termorregulação. Ocorre o processo de vasodilatação que acontece durante o estresse calórico, consiste na alteração do fluxo sanguíneo para a periferia, sendo eficiente para mover a energia térmica do interior do corpo para o ambiente. Todavia, em situações de estresse pelo frio esse quadro se inverte, ocorrendo uma vasoconstrição dos vasos sanguíneos da epiderme, onde o fluxo de sangue

é desviado por canais chamados de anastomoses arteriovenosas, pelos quais o sangue pode continuar circulando sem atingir a epiderme.

O estresse térmico pode causar diluição, concentração ou não ter nenhum efeito sobre o volume do plasma sanguíneo (Johnson et al. 1991 e Elvinger et al., 1992). Com a diluição do plasma sanguíneo, é quando os animais estão sob estresse calórico, origina a queda da pressão arterial por causa da dilatação das veias cutâneas necessitando de aumento na atividade cardíaca. Ainda que, o processo de vasoconstrição, que ocorre no estresse por frio, deve favorecer um menor ritmo cardíaco.

### **2.5.3. Temperatura retal**

A temperatura retal do animal pode ser expressa através da aferição que, juntamente com a temperatura da pele, além do desconforto, o grau de adaptação dos animais a um determinado ambiente (BAÊTA e SOUZA 2010; PEREIRA et al., 2011). Damasceno e Targa (1997) citaram que a temperatura retal está associada com as trocas de calor do animal com o ambiente, dependente das condições e da habilidade do animal em dissipar o excesso de calor. De acordo Johnson (1980), a temperatura retal pode ser usada para avaliar a adversidade do ambiente térmico sobre os animais. Conseqüentemente, a temperatura retal é usada frequentemente como índice de adaptabilidade fisiológica dos animais ao ambiente, pois seu aumento mostra que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes como constatado (Mota, 1997).

Gibbons (1966) relatou que os índices de temperatura retal são influenciados durante o dia, uma vez que, observar-se 0,5 a 1,5°C mais elevada no turno da tarde, e no verão é mais elevado que no inverno. Santos et al. (2006) e Souza et al. (2005), também evidenciaram que a temperatura retal e a frequência respiratória dos animais são afetadas ao longo do dia, cujos animais obtiveram temperatura retal menor no período da manhã. A temperatura retal média dos ovinos é de aproximadamente 39,1°C (Swenson, 1996). Sendo que os valores críticos da temperatura retal ovinos Santa Inês, avaliado por Quesada et al. (2001) foi de 38, 99°C. McDowell et al. (1976) afirmaram que a elevação da temperatura retal em 1°C ou menos, já é o bastante para diminuir o desempenho na grande maioria dos animais.

Barbosa (2000) considerou que a variação na temperatura retal e o aumento da frequência respiratória cumprem importante papel na termorregulação de ovelhas,

submetidas ao estresse calórico desses animais, sendo considerado por Bianca e Kunz (1978) como as melhores variáveis fisiológicas para estimar a tolerância dos animais ao calor.

#### **2.5.4. Taxa de sudação**

A pelagem interfere diretamente nas trocas de calor entre o animal e o ambiente. De acordo Aiura et al. (2010) as particularidades morfológicas do pelame, bem como a espessura da capa, a quantidades e densidade de pelos, possivelmente pode indicar a condição do animal ao ambiente em que vivem. Segundo Silva et al. (2001) relatam que a densidade do pelame tem papel importante para dissipar o calor e proteger contra a radiação solar direta, os mesmos confirmam que menor for a densidade do pelame, a proteção contra a radiação será pouca favorecida. A capacidade máxima de sudação ser atingida sob altas temperaturas, pode ocorrer o aumento do volume de sangue para a epiderme, o que irá proporcionar as glândulas sudoríparas. Com o avançar da idade, devido à limitação do suprimento sanguíneo e à degeneração dos nervos dérmicos e tecidos, ocorre uma redução da produção (Schleger e Bean, 1971). A capacidade de suor produzido vai depender do número de glândulas sudoríparas ativas na epiderme.

A pele dos ovinos é uma demarcação importante para as trocas de calor entre a superfície do corpo do animal e ambiente. Possivelmente é uma troca através da evaporação superficial, da qual difere entre uma epiderme coberta por pelos de uma superfície lisa e exposta (Ligeiro et al., 2006). Quando a temperatura do ar tende a ser próxima ou maior que a corporal, os mecanismos de transferência térmica, condução e convecção, se tornam ineficazes. Portanto, quando os ovinos são expostos a altas temperaturas, a evaporação torna-se o mecanismo de termólise mais eficaz nesses ambientes (Monteith e Unsworth, 1990).

Segundo Silva e Starling (2003) a evaporação cutânea tende a ser maior, a medida que a espessura do pelo aumenta, até esta ser de cerca de 10 cm; este incremento na evaporação ocorre em nível da superfície cutânea e foi observado também por Hofmeyr et al. (1969), em circunstâncias semelhantes. Uma hipótese que pode ser proposta é que o nível de evaporação cutânea, o qual se acha diretamente associado à taxa de sudação dos animais, tende a aumentar quando a temperatura da superfície da epiderme se eleva.

Em situações adversas, onde há intenso estresse calórico, verifica-se um aumento na taxa de sudação (Baccari et al., 1997), simultaneamente, existe diminuição na ingestão

de alimentos, aumento na perda de eletrólitos e água, o que pode influenciar a osmolaridade e volume sanguíneo dos ruminantes (Olsson et al., 1995). As evidências encontradas na literatura acerca da importância relativa da evaporação respiratória e da cutânea os ovinos deslanado são conflitantes. Algumas pesquisas (Rieck, 1950; Knapp e Robinson, 1954; Brook & Short, 1960) relataram que as altas temperaturas (30 a 40°C), a evaporação cutânea chega até três vezes mais intensa que a respiratória, e outras que a evaporação respiratória seja mais importante (Alexander e Williams, 1962; Hofmeyr et al., 1969; Hales, 1974). Há variação nas unidades de medida adotadas por diferentes autores, alguns se referindo à área de superfície corporal e outros ao peso corporal.

A evaporação cutânea em termos de gramas de vapor por unidade de peso corporal é considerada como a mais correta e racional pela maioria dos autores, desde Brockway et al. (1965). A perda latente de calor pelas vias respiratórias é um dos principais mecanismos de eliminação do excesso térmico por ovinos, por que o processo de sudorese é de menor eficiência nessa espécie. Entretanto, o mesmo está estreitamente ligado à temperatura ambiente, umidade do ar e a radiação solar.

A cor e tipo de pelagem são características muito importantes para resistência ao calor (Silva, 2003). Em geral, animais com pelagem escura absorvem mais radiação térmica e, conseqüentemente, são mais susceptíveis ao estresse térmico que animais com pelagem clara (Maia et al., 2014). No entanto, existem outras características físicas do pelo que podem auxiliar a perda de calor do animal para o ambiente, como comprimento e diâmetro dos pelos, que pode favorecer a transferência térmica e a termólise convectiva (Maia et al., 2003), porém esse mecanismo só tem eficiência em ambientes cuja temperatura do ar não ultrapasse a temperatura da superfície corporal dos animais.

## **2.6. Índices de conforto**

Os índices de conforto térmico foram desenvolvidos para avaliar o ambiente onde os animais estão inseridos e os testes de adaptabilidade para analisar a rusticidade dos animais perante as situações adversas. Portanto, o objetivo destes é alocar o melhor ambiente para cada animal, espécie ou raça, tendo o maior desempenho produtivo e reprodutivo possível e favorecer o melhoramento genético da espécie em questão. Os principais índices de conforto são, Índice de Temperatura e Umidade (THI).

O conforto térmico adequado às diferentes espécies animais pode ser quantificado ou caracterizado por meio dos Índices de Conforto Térmico os quais, em uma única

variável, caracterizam o ambiente térmico no qual o animal está inserido e o estresse que este ambiente pode causar neste animal. Existem diversas fontes de radiação térmica em torno do animal, tais como o sol, o céu, chão, abrigo, etc. e as trocas térmicas entre os animais e o meio ambiente possui grande importância em climas tropicais (Silva, 2013). Dessa forma, a radiação térmica recebida e emitida pelo animal assume importância na avaliação do conforto térmico dos animais. Entretanto, para Bianca e Kunz (1978), a temperatura retal e a frequência respiratória são as melhores referências fisiológicas para estimar a tolerância dos animais ao calor. Segundo Hopkins et al. (1978) os valores de temperatura retal próximos à temperatura normal da espécie podem ser tomados como um índice de adaptabilidade. Portanto os animais que apresentam menor aumento na temperatura retal e menor frequência respiratória são considerados mais tolerantes ao calor (Baccari jr, 1986).

Por outro lado, as avaliações se dividem em duas classes que descreve a tolerância do animal em um ambiente quente, que são mediante a adaptabilidade fisiológica, principalmente modificações no seu equilíbrio térmico, e a adaptabilidade de rendimento, que descreve as modificações da produtividade animal (Baccari Jr, 1990). Mesmo as espécies mais tolerantes ao calor, como é o caso dos caprinos que é tida como menos susceptíveis ao estresse ambiental, em temperaturas críticas, reduzem a sua eficiência bioenergética prejudicando o resultado de sua produtividade (Lu, 1989).

## **2.7. Parâmetros hematológicos e bioquímicos**

A mensuração de parâmetros hematológicos pode ser indicada para avaliar o bem-estar de animais, visto que durante o estresse hipotérmico, observa-se que as concentrações dos metabólitos, tais como a hemoglobina altera à diminuição do volume plasmático (Broucek et al., 2009).

Contudo, os animais homeotérmicos quando são expostos ao estresse pelo calor, a princípio como resposta é a vasodilatação, que irá aumentar o fluxo sanguíneo na pele e nos membros (Neiva, 2004). Tendo a capacidade dos animais em adaptar em um determinado ambiente depende de um complexo de ajustes no organismo, que em condições ambientais estressantes causam alterações nos parâmetros hematológicos (Paes et al., 2000).

O sistema sanguíneo é muito sensível às mudanças de temperatura e quando à escassez de água e constitui a um importante indicador das respostas fisiológicas e motivo

de estresses. As Alterações total e morfológicas nas células sanguíneas e ao estresse calórico, passa por variações nos valores do hematócrito, teor de hemoglobina no eritrócito (Iriadan, 2007). A privação de água, pode elevar os valores hematócritos, sendo capaz de aumentar o número de hemácias (Jain, 1993). Os parâmetros hematológicos são importantes para verificar o estado de saúde do animal relação o grau de estresse térmico do qual é submetido (ROBERTO et. al. 2010).

A restrição de água interfere nos metabolitos sanguíneos dos pequenos ruminantes, evidenciam que a restringir água pode ser um fator limitante para alteração no perfil bioquímico, a privação de água aumenta concentrações sanguíneas. Jaber et. al., (2004) constataram que ao avaliar os ovinos Yankasa e Awassi, estavam em restrição hídrica houve aumentos nas concentrações de creatinina, colesterol e proteína total e glicose plasmática. Já Casamassima et al., (2008) trabalhando com ovinos Comisana com os níveis de restrição hídrica (60% e 80%) por 40 dias, obteve alterações nas concentrações de colesterol, creatinina, proteína total, albumina, ureia, sódio, cloreto e triglicerídeos.

## **2.8 Considerações finais**

A restrição da água em ovinos mostra a relevância e pode explicar adaptação desses animais onde a água é escassa no Semiárido, podendo afetar o desempenho animal. Os ovinos têm a capacidade de acionar os mecanismos fisiológicos para manutenção metabólica corporal devido à escassez hídrica.

## **3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALEXANDER, G.; WILLIAMS, D. Temperature regulation in the newborn lamb. VI. Heat exchanges in lambs in a hot environment. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.13, p.122-143, 1962.
- AIURA, A.L.O.; AIURA, F.S.; SILVA, R.G. Características do pelame de cabras Saanen e Pardo Alpina criadas em ambiente tropical. *Archivos de Zootecnia*, v.59, p.609-612, 2010.
- BACCARI JÚNIOR, F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: UEL, 2001, 142p.

- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C. F. *Ambiência em edificações rurais - conforto animal*. Viçosa: UFV, 1997, 246p
- BAKER, M.A. Effect of dehydration and rehydration on thermoregulatory sweating goats. *Journal of Physiology*, v.417, p.421-435, 1989.
- BROUCEK, J.; KISAC, P.; UHRINCAT, M. Effect of hot temperatures on the hematological 387 parameters, health and performance of calves. *International Journal of Biometeorology*, v.388, n.15, p.201-208, 2009
- BOUZIDA, N.; BENDADA, A.; MALDAGUE, X.P. Visualization of body thermoregulation by infrared imaging. *Journal Thermal Biology*, v.34, n.3, p.120-126, 2009.
- BROCKWAY, J.M.; McDONALD, J.D.; PULLAR, J.D. Evaporative heat-loss mechanisms in sheep. *Journal of Physiology*, v.179, p.554-568, 1965.
- BROOK, A.H.; SHORT, B.F. Regulation of body temperature of sheep in a hot environment. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.11, p.402-407, 1960.
- CAMPOS, A.T. Importância da água para bovinos de leite In: *Instrução técnica para o produtor de leite*, n.31, Embrapa, Juiz de Fora/MG, 2001.
- CASAMASSIMA, D., PIZZO, R., PALAZZO, M.; D'ALESSANDRO, A.G.; MARTEMUCCI, G. Effect of water restriction on productive performance and blood parameters in comisana sheep reared under intensive condition. *Small Ruminant Research*, v.78, n.1, p.169-175, 2008.
- COSTA, C.C.M.; MAIA, A.S.C.; FONTENELE NETO, J.D.; OLIVEIRA, S.E.O.; QUEIROZ, J.P.A.F.; Latent heat loss and sweat gland histology of male goats in an equatorial semi-arid environment. *International Journal of Biometeorology*, v.58, p.170-184, 2014.
- COLAK, A.; POLAT, B.; OKUMUS, Z.; KAYA, M.; YANMAZ, L.E.; HAYIRLI, A. Short Communication: Early detection of mastitis using infrared thermography in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.91, n.11, p.4244-4248, 2008.
- CRUZ, L.V.; ANGRIMANI, D.S.R.; RUI, B.R.; SILVA, M.A. Efeitos do estresse térmico na produção leiteira: revisão de literatura. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, v.9, n.16, 2011.

- EL-SHERIF, M.M.A.; ASSAD, F. Changes in some blood constituents of Barki ewes during pregnancy and lactation under semi-arid conditions. *Small Ruminant Research*, v.40, p.269-277, 2001.
- ELVINGER, F.; NATZKE, R.; HANSEN, P. Interactions of heat stress and bovine somatotropin affecting physiology and immunology of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.449-462, 1992.
- FAÇANHA, D.A.E.; SILVA, R.G.; MAIA, A.S.C.; GUILHERMINO, M.M.; VASCONCELOS, A.M. Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.4, p.837-844, 2010.
- FERREIRA, F. Avaliação clínico-laboratorial de bovinos submetidos ao estresse calórico. Tese 104f (Doutorado em Ciência Animal). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG. 2005.
- FALCO, J.E. Bioclimatologia animal. UFLA-FAEPE, Lavras, MG, 1997, 59p.
- FERREIRA, A.B.H. Dicionário Aurélio da língua portuguesa. São Paulo: Nova Fronteira, 1995. 687p.
- FINCH, V.A.; BENNETT, I.L.; HOLMES, C.R. Coat color in cattle: effect of thermal balance, behavior and growth and relationship with coat type. *Journal of Agricultural Science*, v.102, p.141-147, 1984.
- FRISH, J.E. The role adaptation in improving productivity of cattle in tropics. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 2, 1998, Goiânia, Sociedade Brasileira de Biometeorologia, Anais... Goiânia, p.74-75, 1998.
- GODYN, D.; HERBUR, E.; WALCZAK, J. Infrared thermography as a method for evaluating the welfare of animals subjected to invasive procedures – a review. *Annals of Animal Science*, v.13, n.3, p.423-434, 2013.
- HOFMEYR, H.S.; GUIDRY, A.J.; WALTZ, F.A. Effects of temperature and wool length on surface and respiratory evaporative losses of sheep. *Journal of Applied Physiology*, v.26, p.517-523, 1969.
- JABER, L.; CHEDID, M.; HAMADEH, S. Water stress in small ruminants. In: AKINCI, S. Responses of organisms to water stress, Intech Open, 2013. DOI: 10.5772/53584.

- JABER, L.S.; HABRE, A.; RAWDA, N.; ABI-SAID, M.; BARBOUR, E. The effect of water restriction on certain physiological parameters in Awassi sheep. *Small Ruminant Research*, v.54, n.2, p.115-120, 2004.
- JOHNSON, H.D.; LI, R.; MANALU, W.; SPENCERJOHNSON, K.J. Effects of somatotropin on milk yield and physiological responses during summer farm and hot laboratory conditions. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.1250-1262, 1991.
- JOHNSON, H.D. Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change. *International Journal of Biometeorology*, v.24, p.65-78, 1980.
- JOHNSON, H.D. *Bioclimatology and adaptation of livestock*. Amsterdam: Elsevier, 1987. 279p.
- JORIS, J.L.; VILPOUX, O.F. Transações entre produtores e frigoríficos no setor de ovinos no estado de Mato Grosso do Sul: uma abordagem pela economia dos custos de transação. *Revista Organizações Rurais & Agroindustriais*, v.15, n.2, p.220-234, 2013.
- KAMPHUES, J. Water requirement of food producing and companion animals. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, v.107, n.8, p.297-302, 2000.
- KRAJNICA KOVA, M.; BEKEOVA, E.; KACMARIK, J.; VALOCKY, I.; HENDRICHOVSKY, V.; MARACEK, I. Comparison of selected hematological parameters in September and February lambing of Slovak Merino sheep. *Small Ruminant Research*, v. 26, p.131-135, 1997.
- KNÍŽKOVÁ, I.; KUNC, P.; GÜRDIL, G.A.K.; PINAR, Y.; SELVI, K.Ç. Applications of infrared thermography in animal production. *Journal of Faculty of Agriculture*, v.22, n.3, p.329-336, 2007.
- KUNC, P.; KNÍŽKOVÁ, I.; PRIKRYL, M.; MALOUN, J. Infrared thermography as a tool to study the milking process: a review. *Agricultura Tropica et Subtropica*, v.40, n.1, p.29-32, 2007.
- LANA, R.P. *Nutrição e Alimentação Animal (mitos e verdades)*. Viçosa: UFV, 2005. 344p.
- MAC-LEAN, P.A.B. Programa de suplementação de luz e relações entre variáveis fisiológicas e termográficas de bezerros em aleitamento em clima quente. 2012. 103f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

- MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; NASCIMENTO, S.T.; NASCIMENTO, C.C.N.; PEDROSA, H.P.; DOMINGOS, H.G.T. Thermoregulatory responses of goats in hot environments. *International Journal of Biometeorology*, v.59, p.1025-1033, 2014.
- MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; BERTIPAGLIA, E.C.A. Características do pelame de vacas Holandesas em ambiente tropical: Um estudo genético e Adaptativo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.4, p.843-853, 2003.
- MARQUES, J.A. Curso de Atualização em bovinocultura de corte: estresse e a produção de carne. 12<sup>a</sup>ed. Maringá - PR: UEM, 2000. 46p.
- MONTEITH, J.L.; UNSWORTH, M.H. Principles of environmental physics. 2<sup>a</sup>ed. London: E. Arnold, 1990. 291p.
- MOURA, D.J.; MAIA, A.P.; VERCELLINO, R.A.; MEDEIROS, B.B.L.; SARUBBI, J.; GRISKA, P.R. Uso da termografia infravermelha na análise da termorregulação de cavalo em treinamento. *Engenharia Agrícola*, v.31, n.1, p.23-32, 2011.
- McDOWELL, R.E. Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. Zaragoza, Ed. Acribia, 1972. 692p.
- McDOWELL, R.E.; HOOVEN, N.W.; CAMOENS, J.K. Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.59, p.965-973, 1976.
- McMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SASAKI, L.C.B.; BIANCHINI, E.; BERNAL, F.E.M.; PAIVA, S.R.; PAIM, T.P. Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. *Tropical Animal Health and Production*, v.43, n.1, p.121-126, 2011.
- MURPHY, M. Nutritional factors affecting animal water and waste quality – water metabolism of dairy cattle - Water metabolism of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.326-333, 1992.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrients requeriments of beef cattle. 7ed. Washington, D.C., 2000. 244p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC, 2007. 384p.
- PAES, P.R.; BARIONI, G.; FONTEQUE, J.R. Comparação dos valores hematológicos

entre caprinos fêmeas da raça Parda Alpina de diferentes faixas etárias. *Veterinária Notícias*, v.6, n.1, p.43-49, 2000.

PALHARES, J.C.P. Estimando o consumo de água de suínos, aves e suínos em uma propriedade. Disponível em <<http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod...670>> acesso em: 09 de dezembro 2019. Embrapa Suínos e Aves. [folheto]. Concórdia. 2005.

PEREYRA, H.; LEIRAS, M.A. Comportamiento bovino de alimentación, rumia y bebida. *Fleckvieh-Simental*, v.9, n.51, p.24-27, 1991.

POIKALAINEN, V.; PRAKS, J.; VEERMÄE, I.; KOKIN, E. Infrared temperature patterns of cow's body as an indicator for health control at precision cattle farming. *Agronomy Research*, v.1, p.187-194, 2012.

QUESADA, M.; McMANUS, C.; COUTO, F.A.D. Tolerância ao calor de duas raças de ovinos deslanados no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.3, p.1021-1026, 2001.

RIBEIRO, L.; BENEDETTI, E. A importância da qualidade da água na nutrição de ruminantes. *Caderno de Pós-Graduação da FAZU*, v.2, 2012.

RIVERA, R.M.; HANSEN, P.J. Development of cultured bovine embryos after exposure to high temperatures in the physiological range. *Reproduction*, v.121, n.1, p.107-115, 2001.

SANTOS, J.R.S.; SOUZA, B.B.; SOUZA, W.H.; CEZAR, M.F.; TAVARES, G.P. Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semiárido nordestino. *Ciência e Agrotecnologia*, v.30, n.5, p.995-1001. 2006.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*, v.67, p.1-18, 2000.

SILANIKOVE, N. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. *Livestock Production Science*, v.30, n.3, p.175-194, 1992.

SILVA, R.G. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

SILVA, J.F.C. Mecanismos reguladores de consumo. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES,

- A.V.; OLIVEIRA, S.G. Nutrição de ruminantes. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006, 61-82p.
- SILVA, R.G.; LASCALA JR, N.; TONHATI, H. Radiative properties of the skin and hair coat of cattle and another animals. Transaction of the ASAE, v.46, n.3, p.913-918,2003.
- SOUZA, B.B.; BATISTA, N.L. Os efeitos de estresse térmico sobre a fisiologia animal. Agropecuária Científica no Semi-Árido, v.8, n.3, p.06-10, 2012.
- STEWART, M.; STAFFORD, K.J.; DOWLING, S.K.; SCHAEFER, A.L.; WEBSTER, J.R. Eye temperature and heat rate variability of calves disbudded with or without local anaesthetic. Physiology & Behavior, v.93, n.4-5, p.789-797, 2008.
- STEWART, M.; WEBSTER, J.R.; SCHAEFER, A.L.; COOK, N.J.; SCOTT, S.L. Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. Animal Welfare, v.14, n.4, p.319-325, 2005.
- TERRILL, C.E.; SLEE, J. Breed differences in adaptation of sheep. In: MAIJALA, K. Genetic resources of pigs, sheep and goat. Amsterdam: Elsevier, 1991. p.195-233.
- VIANA, J.G.A. Panorama geral da ovinocultura no mundo e no Brasil. Revista Ovinos, v.4, n.12, p.1-9, 2008.

#### **4. OBJETIVOS**

##### **Geral**

Avaliar o efeito de diferentes ofertas hídricas em ovelhas Santa Inês mestiças, sob os parâmetros fisiológicos e sanguíneos.

##### **Específicos**

Verificar as alterações na temperatura retal, frequência cardíaca, frequência respiratória e a taxa de sudação em ovelhas Santa Inês mestiças sob diferentes ofertas hídricas.

Verificar as alterações hematológicas, bioquímicas e o sumário de urina de ovelhas Santa Inês mestiças sob diferentes ofertas hídricas.

**EFEITO DE DIFERENTES OFERTAS HÍDRICAS SOB OS PARÂMETROS  
FISIOLÓGICOS DE OVELHAS MESTIÇAS SANTA INÊS**

---

**CAPÍTULO II**

COSTA, Claudenilde de Jesus Pinheiro. **Efeito de diferentes ofertas hídricas sob os parâmetros fisiológicos de ovelhas mestiças Santa Inês.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens). Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens. UFRPE. Garanhuns-PE. Orientador: Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade

## RESUMO

Objetivando avaliar as respostas fisiológicas de ovelhas submetidas a diferentes ofertas hídricas foram utilizadas 32 ovelhas Santa Inês mestiças, com idade média  $2,3 \pm 0,99$  anos e peso inicial de  $32,2 \pm 7,4$ kg. Os animais foram confinados em baias individuais por um período de 77 dias, precedidos a 14 dias de adaptação. As ovelhas foram alimentadas com dieta composta por capim-elefante e concentrado na proporção de 46:54, formulada para ganho de peso diário de 157 g / dia. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (oferta de água: *ad libitum* (Controle - 100%), 80% de consumo, 60% de consumo e 40% de consumo de água do grupo controle), com oito repetições. Os parâmetros fisiológicos avaliados foi a frequência respiratória (FR, mov.m<sup>-1</sup>), frequência cardíaca (FC, bat.m<sup>-1</sup>), temperatura retal (TR, em °C), taxa de sudação. A TR foi maior ( $P < 0,05$ ) nos animais do tratamento controle, já FR foi superior nos animais com oferta hídrica de 40%. A FC foi menor nos animais com oferta hídrica de 40% e 100%. Não foi observada relação da oferta hídrica com a taxa de sudação. As diferentes ofertas hídricas modificam a fisiologia de ovelhas mestiças da raça Santa Inês, porém baseado nos parâmetros fisiológicos, fica evidenciado que estes animais apresentam adaptabilidade ao clima semiárido.

**Palavras-chave:** bioclimatologia, ovinos, restrição hídrica, Semiárido.

COSTA, C. J. P. **Effect of different water offers under the physiological parameters of mestiça sheep Santa Inês breed.** Dissertation (Master's Degree Course in Animal Science and Pastures). Graduate Program in Animal Science and Pastures. UFRPE. Garanhuns-PE. Advisor: Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade.

## **ABSTRACT**

The objective of this work was to evaluate the physiological responses of sheep submitted to different water offers. 32 Santa Inês crossbred sheep were used, with an average age of  $2.3 + 0.99$  years and an initial weight of  $32.2 \pm 7.4$  kg. The animals were confined in individual pens for a period of 77 days, preceded by 14 days of adaptation. The sheep were fed a diet composed of elephant grass and concentrated in the proportion of 46:54, formulated for daily weight gain of 157 g/day. The experimental design used was completely randomized, with four treatments (water supply: *ad libitum* (control group 100%), 80% consumption, 60% consumption and 40% water consumption in the control group), with eight replications. The physiological parameters evaluated were respiratory rate (RF,  $\text{mov.m}^{-1}$ ), heart rate (HR,  $\text{bat.m}^{-1}$ ), rectal temperature (TR, in °C), sweating rate. The TR was higher ( $P < 0.05$ ) in the animals of the control treatment, whereas FR was higher in the animals with water supply of 40%. HR was lower in animals with water supply of 40% and 100%. There was no relationship between water supply and sweating rate. The different water offerings modify the physiology of crossbred Santa Inês sheep, however based on physiological parameters, it is evident that these animals are adaptable to the semiarid climate.

**Keywords:** bioclimatology, sheep, water restriction, semi-arid

## 1. INTRODUÇÃO

As regiões de climas áridos e semiáridos são caracterizadas por baixa disponibilidade de água, sendo este aspecto atribuído a irregularidades da distribuição de chuva em tempo e local, e ainda pela perda de água por evaporação. Diante dos aspectos supracitados a situação se torna suscetível ao desabastecimento hídrico para animais e humanos. Entre muitas funções que a água exerce para manutenção da vida no planeta, esta desempenha papel fundamental na termorregulação dos animais, sua escassez ou privação provoca um aumento no estresse calórico, comprometendo o bem-estar animal. Os sistemas de produção animal podem ser adversamente afetados pelos efeitos das condições climáticas e déficit hídrico (Sejian et al., 2017).

Ovinos e caprinos são oriundos de regiões onde há escassez hídrica e relevo montanhoso, aspectos estes que levam tais animais a ser adaptados às condições adversas do ambiente (Araújo et al., 2010). Estas características, entre outras, favorece a produção de pequenos ruminantes em ambientes de clima áridos e semiáridos, como no Nordeste do Brasil, região essa detentora dos maiores rebanhos de caprinos e ovinos do país (IBGE 2018).

Apesar dos pequenos ruminantes serem adaptados as condições de baixa oferta hídrica, mesmo assim tais animais necessitam de água para manutenção das suas funções fisiológicas, visto que, muitas vezes a disponibilidade de água torna-se uma problemática para produção animal no Semiárido, sendo comum encontrar homens e animais compartilhando a mesma fonte de água, o que agrava o problema de saúde humana. Os animais apresentam alto potencial produtivo e capacidade de se adaptarem a diversas condições climáticas (Carmo, et al., 2018). A indisponibilidade de recurso hídrico tem efeito negativo em todos os aspectos para o desempenho dos animais como isso resulta um baixo rendimento alimentar desses animais em regiões Semiáridas.

Em condições de temperaturas elevadas e reduzido gradiente térmico as formas sensíveis de perda de calor tornam-se menos eficaz, entrando em ação a termólise evaporativa por meio da frequência respiratória e sudorese para manutenção da homeotermia (Nobrega et al., 2011; Souza et al., 2015). O ambiente influencia significativamente na capacidade adaptativa e produtiva dos animais homeotérmicos. Diante dos aspectos supracitados este trabalho objetivou avaliar a influência de diferentes ofertas hídricas nos parâmetros fisiológicos de ovelhas mestiça da raça Santa Inês.

## 2. MATERIAL MÉTODOS

### *Local do experimento*

O experimento foi conduzido durante o período de fevereiro a abril de 2020 na Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE. O clima da região, segundo classificação de Köppen pertence ao tipo BSwH (Köppen and Geiger 1928), caracterizado como clima semiárido com média anual de precipitação em torno 435 mm, temperatura do ar mensais variando de 24,5°C a 33,8°C, e umidade relativa do ar com variação 69,3% a 73,56 % (TEIXEIRA, 2010).

O experimento foi desenvolvido conforme os princípios éticos na experimentação com animais (protocolo nº 0002/241017) com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela comissão de ética no uso de animais (CEUA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF.

### *Animais, manejo hídrico*

Trinta e duas ovelhas mestiças da raça Santa Inês, com peso corporal médio de 32,2 ± 7,4 kg e idade média de 2,3±0,99 anos foram distribuídas em baias individuais (1,00 × 1,20 m), providas de bebedouros (capacidade para 10 L) e comedouros. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e oito animais por tratamento.

O confinamento foi realizado em galpão aberto (sem paredes laterais) com piso de chão batido, coberto por telhas metálicas e pé direito de 3 m. O período de confinamento teve duração de 77 dias, sendo 63 dias destinados a coletas de dados e 14 dias de adaptação dos animais à dieta experimental e aos tratamentos hídricos. No início do período de adaptação, os animais foram identificados, pesados, tratados contra endo e ectoparasitos e alocados aleatoriamente nas baias previamente identificadas de acordo com os tratamentos.

Os tratamentos consistiram em diferentes ofertas hídricas, sendo: água *ad libitum* (Controle – 100%), 80%; 60% e 40% de oferta do consumo do grupo controle. A água foi fornecida em baldes e pesada antes de ser fornecida e novamente pesadas 24h00 depois (sobras). A água perdida pela evaporação também foi considerada no cálculo do fornecimento da água dos tratamentos. Essa variável foi estimada utilizando baldes

aleatoriamente espalhados pelo galpão experimental, com a mesma quantidade de água disponibilizada para cada tratamento, sendo determinada a diferença de peso ao longo de 24h00. A água foi ofertada uma vez ao dia, às 09h00. Diariamente a oferta hídrica foi calculada de acordo com os tratamentos, o que conferiu consumos médios de 1,79 kg/dia; 1,41 kg/dia (78,77%); 1,11 kg/dia (62,01%) e 0,73 kg/dia (40,78%). Amostras da água ofertada aos animais foram coletadas a cada quinze dias para realização das análises físico-química (Tabela 1).

A dieta experimental foi composta por capim elefante variedade Cameron (*Pennisetum purpureum* Schum.) *in natura* e concentrado constituído de fubá de milho, farelo de soja, ureia e sal mineral, formulada com uma relação volumoso:concentrado 46:54 com base na matéria seca (Tabela 2), para obtenção de ganhos de 157g/dia, seguindo as recomendações do NRC (2007). Amostras dos ingredientes da dieta foram coletadas para determinação da sua composição química (Tabela 2). A alimentação foi ofertada diariamente, às 09h00 e 15h00. A quantidade de alimento ofertada foi calculada em função do consumo do dia anterior, permitindo sobras de 15% da quantidade ofertada. Ao decorrer do confinamento os animais apresentaram consumo de matéria seca (CMS) de 1,21 kg/dia (100%), 1,17 kg/dia (80%), 1,20 kg/dia (60%) e 1,21 kg/dia (40%), refletindo em ganho de peso médio diário (GMD) de 0,076 kg/dia (100%), 0,044 kg/dia (80%), 0,067 kg/dia (60%) e 0,090 kg/dia (40%), de acordo com os tratamentos hídricos.

Tabela 1. Características físico-químicas da água ofertada no período experimental

Parâmetros	
Cálcio (mmol/L)	0,63
Magnésio (mmol/L)	0,74
Sódio (mmol/L)	0,27
Potássio (mmol/L)	0,18
Bicarbonatos (mmol/L)	0,32
Sulfatos (mmol/L)	0,51
Cloretos (mmol/L)	0,66
pH	6,98
Condutividade Elétrica (ds/m)	0,08
Dureza total CaCO <sub>3</sub> (mg/L)	3,44

A análise química dos alimentos foi realizada conforme os métodos descritos pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC 2016) para matéria seca (MS; Método n° 967.03), matéria mineral (MM; Método n° 942.05) e proteína bruta (PB, Método n° 981.10). O teor de extrato etéreo (EE) foi analisado utilizando um extrator de gordura (ANKOM TX-10, Macedon – NY, Estados Unidos), de acordo com o método da American Oil Chemists' Society (AOCS 2017). A fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas conforme descrito por Van Soest et al. (1991).

Tabela 2. Proporção dos ingredientes na base da matéria seca da ração e composição química dos ingredientes e dieta experimental

	Capim elefante	Fubá de milho	Farelo de soja	Dieta
Ingrediente (g.kg <sup>-1</sup> MS) *	460,0	381,0	132,0	-
Composição química (g.kg <sup>-1</sup> MS)				
Matéria seca	261,9	889,3	886,1	576,26
Matéria mineral	105,2	12,9	64,8	61,86
Proteína bruta	105,5	89,9	487,4	149,13
Extrato etéreo	28,7	45,1	19	32,89
Fibra em detergente neutro	708,7	111,6	15,46	370,56
Fibra em detergente ácido	419,5	33,7	8,85	206,97
Carboidratos totais	830,5	859,9	42,8	715,3
Carboidratos não fibrosos	174	642	27,85	328,31
Nutrientes digestíveis totais	570,1	850	80,48	596,71

MS = matéria seca; \*Sal mineral (2%) e ureia (0,7%), níveis de garantia por quilo do produto assegurados pelo fabricante: Cálcio (min.) 190g; Fósforo (min.) 75g; Magnésio (min.) 10g; Cloro (min.) 218g; Enxofre (min.) 70g; Sódio (min.) 143g; Cobre (min.) 300mg; Cobalto (min.) 405mg; Ferro (min.) 500mg; Iodo (min.) 80mg; Manganês (min.) 1100mg; Selênio (min.) 30mg; Zinco (min.) 4.600mg; Flúor (max.) 0,87g; Solubilidade do fósforo (P) em ácido cítrico a 2% (min.): 95%.

Os carboidratos totais (CHO) foram estimados segundo a equação proposta por Sniffen et al. (1992), em que  $CHO = 100 - (PB + EE + MM)$ , os carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos usando a equação recomendada por Hall (2003), onde  $CNF = CHO - \% FDN$ . O teor de nutrientes digestivos totais (NDT) foi estimado pela equação de Undersander et al. (1993), em que:  $\%NDT = 87,84 - (0,70 \times FDA)$ .

### *Parâmetros fisiológicos*

Para aferição dos parâmetros fisiológicos, foram feitas 3 coletas em dias não consecutivos nos horários das 09:00h, 12:00h, 15:00h, 18:00h, 21:00h, 00:00h, 03:00h, 06:00, no qual foi determinado os parâmetros: a frequência respiratória FR (movimentos por minuto), frequência cardíaca FC (batimento por minuto), a temperatura retal (TR (°C)). A frequência respiratória FR foi aferida na contagem dos movimentos dos flancos durante 20 segundos e multiplicada por quatro para o cálculo da FR/min. A FC, foi realizada com um auxílio de estetoscópio onde se contou os batimentos cardíacos por 20 segundos e multiplicando-se por quatro para o cálculo da FC/min. Para TR foi utilizado um termômetro clínico de escala digital 44 °C, inserido no reto do animal com uma profundidade de 3cm em contato com a mucosa até o disparo alarme sonoro.

Para determinação da taxa de sudção (TS), foram realizadas 3 coletas em dias não consecutivos nos horários das 09:00 e 15:00horas. Foram sorteados cinco animais de cada tratamentos para realização da taxa de sudção. Utilizou-se uma cápsula ventilada acoplada a um desumidificador, o ar ambiente foi aspirado para dentro de um tubo Falcon contendo sílica, a capsula foi fixada nas regiões do pescoço, lombo com pelo, por 90 segundos, nesse período a sílica contida nos tubos absorveu a umidade eliminada da superfície corporal dos animais. Após esse tempo os tubos com a sílica foram selados e pesados. A diferença de peso entre antes e depois do processo representa a quantidade de água evaporada que foi absorvida. A partir desses dados a TS foi calculada com base na seguinte fórmula:

$$TS = \frac{X \lambda}{AT} \quad \text{W. m}^{-2}$$

Onde X (g) refere-se à diferença do peso da sílica entre antes e depois da avaliação do animal,  $\lambda$  é o calor latente de vaporização da água (J.g<sup>-1</sup>), A é a área da cápsula acoplada nos animais (A=0,002123m<sup>2</sup>) e T é o tempo de contato entre a cápsula e a superfície do animal (T=90 segundos).



Figura 1. Mensuração da temperatura retal (A) e frequência cardíaca (B).

Fonte: COSTA (2019).



Figura 2. Cápsula acoplada a desumidificador para avaliar evaporação cutânea na área do pescoço (A) e lombo com pelo (B).

Fonte: COSTA (2019).

### *Variáveis ambientais*

As variáveis meteorológicas temperatura do ar, umidade relativa e a temperatura do globo negro foram registradas, a cada minuto, realizando uma média horaria e depois armazenadas no data logger HOBOTM U12-013 Temp/RH 2EXT (faixa de medição de temperatura entre -20°C e 70°C e precisão de +/- 0,35°C, e umidade relativa entre 5% e 95%, com precisão de +/- 2,5%), instalados a uma altura de 1,5 m do chão.

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi calculado utilizando-se a equação proposta por Thom (1958):

$$ITU = Ta + 0,36 Tpo + 41,5$$

Em que:

ITU = índice de temperatura e umidade

Ta = temperatura do ar (°C);

Tpo = temperatura de ponto de orvalho (°C)



Figura 3. Localização dos termômetros de globo negro no galpão experimental.

Fonte: COSTA (2019).

Fotos termográficas foram feitas em 3 coletas, em dias não consecutivos as 09:00 e 15:00 horas e utilizando uma câmera termográfica (Flir T420®), com precisão de  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  para a coleta da temperatura superficial (TS em  $^{\circ}\text{C}$ ). As imagens foram analisadas no próprio software da câmera (Flir Tools). A câmera termográfica foi posicionada a 1m de distância do animal, emissividade de 0,85, para melhor expressão da real temperatura da superfície corporal do animal.

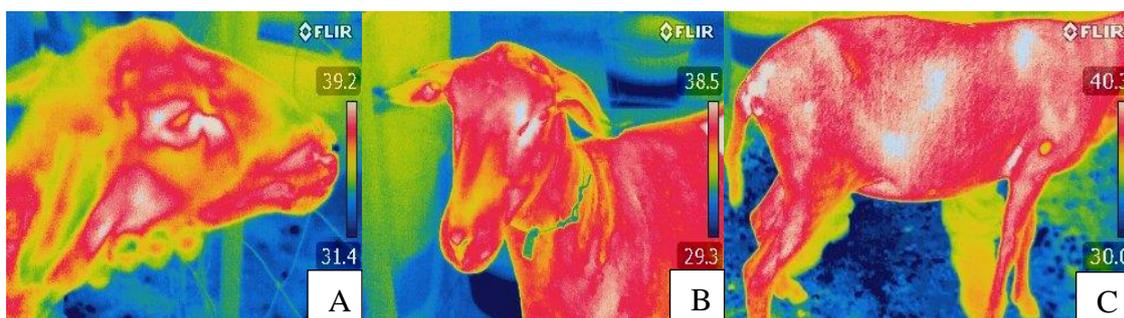


Figura 4. Imagens produzidas com câmera termográfica (Flir T420®) de diferentes regiões do corpo do animal. (A) ocular, (B) cabeça, e (C) lombo.

Fonte: COSTA, 2019.

#### *Análise estatística*

Na análise estatística dos dados foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), no esquema fatorial 4x2, (4 ofertas hídricas e 2 períodos de avaliação), considerando cinco animais de cada tratamento, quatro tratamento e dois períodos de avaliação (manhã e tarde). As comparações de médias foram feitas através do teste Tukey considerado 5% de probabilidade. Utilizou-se o do programa estatístico Statistical Analysis System University (SAS, 2015).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período experimental, as variações de temperatura do ar e umidade relativa foram de 24,5 a 33,8 °C e 65,6 a 73,56%, respectivamente. A média da UR foi de 63,90%, estrando dentro da faixa da normalidade para a maioria dos animais domésticos, que de acordo com Machado e Grodzki (1994), varia de 60 a 70%.

Como pode ser observado na Figura 5 o ITU deferiu entre os horários do dia. No período da manhã entre as 1:00 e 7:00 horas os animais permaneceram na zona de conforto térmico, já após as 9:00 o ITU ficou acima de 81, indicativo de que os animais se mantiveram em estado de alerta ao estresse térmico.

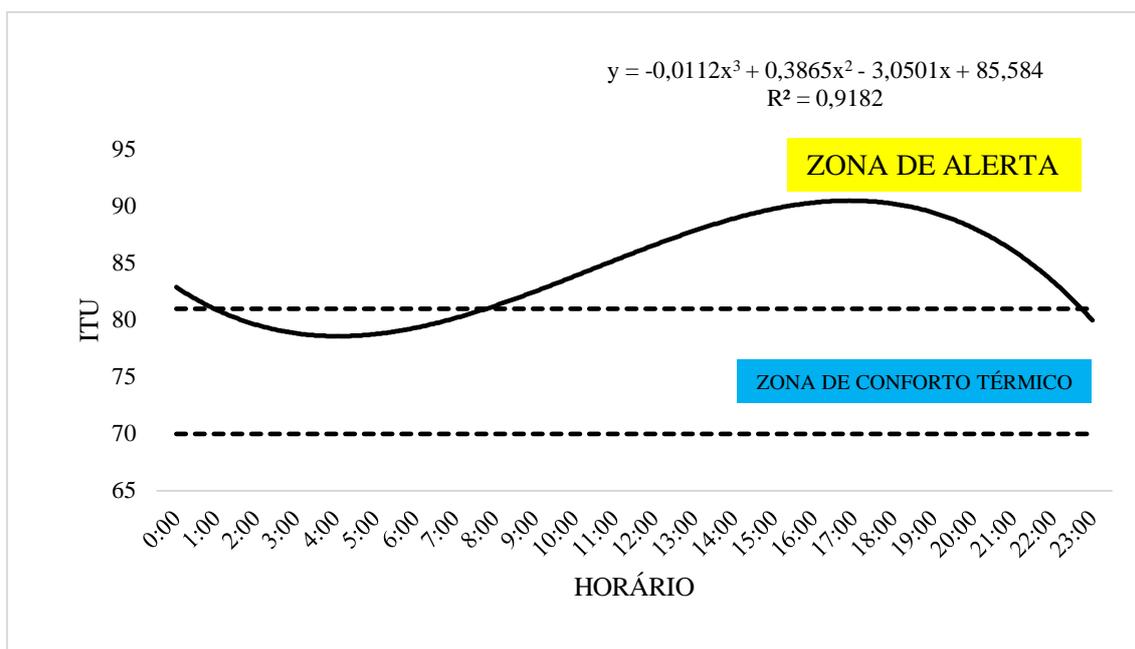


Figura 5. Variação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) em diferentes horários do dia.

O estudo do cálculo do ITU é importante para identificar o conforto ambiental e quantificar o estresse térmico a que o animal é submetido a partir das condições meteorológicas (Gabriel Filho et al, 2011). Este índice estima o conforto ambiental, medido pela agregação da temperatura ambiente e umidade relativa do ar, expressando o impacto do ambiente sobre os seres vivos (Thom 1959). Os valores inferiores a 72, são tidos com adequados, já para valores de 73 a 77, são considerados como promotores de estresse leve, valores entre 78 a 89, são apontados como indicativos de estresse moderado e acima de 90 estresse severo (Fuquay 1981).

### Parâmetros fisiológicos

As diferentes ofertas hídricas influenciaram ( $P < 0,05$ ) a frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e a temperatura retal (TR) e em ambas as variáveis se observou comportamento quadrático (Tabela 3). Os horários do dia também exerceram influência ( $P < 0,05$ ) nos parâmetros fisiológicos supracitados. As respostas fisiológicas são características importantes do animal com o ambiente, estas sofrem influência da temperatura ambiente, umidade, velocidade do vento, entre outros fatores ambientais. De acordo com Broom e Johnson (1993), a relação dos indicadores comportamentais e fisiológicos pode ser usada para avaliar a capacidade adaptativa e consequentemente, o bem-estar dos animais em relação às diferentes condições.

Tabela 3. Parâmetros fisiológicos em ovelhas Santa Inês mestiças sob diferentes ofertas hídricas

Oferta hídrica (%)		FR (mov/min) <sup>1</sup>	FC (bat/min) <sup>2</sup>	TR (°C) <sup>3</sup>
100		66,56	100,70	39,01
80		56,03	97,50	38,83
60		67,56	97,06	38,86
40		79,34	101,12	38,97
EPM		2,29	0,93	0,042
P-valor	L	<0,001	0,844	0,566
	Q	<0,001	<0,001	<0,001
Hora		FR (mov/min) <sup>1</sup>	FC (bat/min)	TR (°C)
9		67,12b	105,21b	38,92bc
12		85,37a	111,03a	38,97abc
15		93,81a	107,28ab	39,20a
18		84,71a	106,12ab	39,07ab
21		63,62bc	95,06c	38,98abc
00		49,68cd	86,46d	38,86bc
03		46,25d	89,78cd	38,76cd
06		48,40d	91,81cd	38,57d
EPM		3,24	1,32	0,06
P-valor	H	<0,001	<0,001	<0,005
	OHxH	0,940	0,816	0,970

FR = frequência respiratória; FC = frequência cardíaca; TR = temperatura retal; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey ao nível de 5 % de significância <sup>1</sup>  $\hat{y} = 146,190625 - 2,201719x + 0,013945x^2$ ; R= 0,91. <sup>2</sup>  $\hat{y} = 119,367969 - 0,639883x + 0,004541x^2$ ; R=0,98. <sup>3</sup>  $\hat{y} = 39,691406 - 0,025156x + 0,000184x^2$ ; R= 0,95. EPM= erro padrão da média; L = efeito linear; Q = efeito quadrático.

### *Frequência respiratória*

As maiores FR foram observadas nos horários das 12, 15 e 18 horas, com as médias 85,37; 93,81 e 84,71 mov/mim. Para espécie ovina a frequência respiratória considerada normal é em torno de 16 a 34 movimentos por minutos (Eustáquio Filho et al 2011). A FR pode se mostrar superior em virtudes de diversas causas, dentre elas são, privação de água, ambientes quentes e úmidos e em situações de estresse (FEITOSA, 2008). Constantemente ela é usada como medida de resposta a estresse (Andrade et al., 2001). Observa-se que o período das maiores FR, foi também o período dos maiores ITU (Figura 5), evidenciando que a temperatura e umidade exerceram influência direta no estresse das ovelhas do experimento em questão. Tal comportamento já era esperado, visto que existe uma alta correlação entre a FR e ITU (Slimen et al. 2019)

Observou-se maior FR no grupo que estava em restrição hídrica (60% e 40%), indicando que houve uma perda de calor por evaporação, o consumo de água é uma das formas do animal trocar calor quando a água de bebida é consumida pelo animal a sua temperatura mais baixa do que a temperatura corporal propicia que o animal consiga dissipar o calor e a diminuição na temperatura corporal é então observada. Porém em situação, em que a água de bebida é limitada como em casos de restrição hídrica, o animal busca outros mecanismos termorregulatórios, como a evaporação no aparelho respiratório, resultando em aumento da FR. Este mecanismo ocorre quando o ar inspirado, em contato com a umidade dos alvéolos pulmonares e das paredes dos condutos respiratórios, acarreta a sua evaporação, pois o ar expelido é quase saturado de vapor d'água, o que contribui para a perda de calor (Medeiros e Vieira, 1997).

Diante do exposto é sabido que quanto mais ofegante o animal está em maior estresse calórico que este se encontra. As médias da FR foram maiores no período da tarde. Houve efeito em relação aos horários e a FR para ambos os períodos do dia, com aumento de 46 para 67 movimentos  $\text{min}^{-1}$  no período da manhã, e de 85 para 93 movimentos  $\text{min}^{-1}$  no período da tarde. Isto pode ser explicado pela evaporação de água através das vias aéreas, sendo o mecanismo mais eficiente de dissipação do calor corporal excedente em ovinos. Mendes et.al., (2014) relatam que os ovinos da raça Dorper na região do sertão, estado de Pernambuco apresentaram 170,75 mov/min, este valor foi observado no período da tarde, na sombra. Constando que mesmo na sombra os animais apresentam aumento da FR.

Para Silanikove (2000), a frequência respiratória pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, as frequências de 40-60, 60-80, 80-120 mov/min, caracterizam-se

como estresse baixo, médio-alto e alto, e acima de 200 mov/min, os ovinos encontram-se em estresse severo. No presente estudo de acordo com os parâmetros supracitados os animais encontravam-se em estresse médio.

Apesar dos animais deste trabalho encontram-se em estresse médio, estes apresentaram uma alta FR nos horários 12,15,18h. Costa et al. (2020) avaliando a FR de ovinos de diferentes raças em clima semiárido, observaram as 11:00 e 14:00 horas, valores de 117 e 118 mov/min para animais da raça Dorper e 87 e 94 mov/min para animais da raça Santa Inês, evidenciando a maior adaptabilidade dos animais da raça Santa Inês. A FR elevada, não necessariamente caracteriza situação de desconforto térmico, tendo em vista que os ovinos utilizam mais a respiração para estabilizar a temperatura, que a sudorese (Ribeiro et al. 2008), portanto os ovinos necessitam usar o aparelho respiratório com maior intensidade para manter a homeotermia.

#### *Frequência cardíaca*

Na frequência cardíaca as médias diferiram ( $P=0,001$ ) entre os tratamentos e horários de coletas (Tabela 3). A FC pode ser um indicativo de estresse calórico, visto que em ambientes quentes, cargas de calor são produzidas, impondo grandes demandas sobre a função termoregulatória, necessitando de redistribuição do calor para a pele visando a perda de calor, o que resulta num aumento da frequência cardíaca (McConaghy, 1994). Silva et al. (2010) mencionam que a FC aumenta à medida que a temperatura do ar também aumenta, corroborando com o resultado deste trabalho. Slimen et al. (2019), realizaram uma metanálise dos dados fisiológicos de ovinos submetidos a estresse térmico, estes autores observaram que animais de clima tropical como o Santa Inês, apresentam valores mais altos de batimentos cardíacos, em média 105,5 batimentos por minuto, observaram ainda que a ITU exerce influência sob a FC.

No presente trabalho, a frequência cardíaca foi influenciada pelos horários, sendo o de maior valor à tarde (111,03bat/ min). Silva et al. (2015), estudando as variáveis fisiológicas de ovinos Santa Inês sob a influência do ambiente Semiárido Piauiense, observaram maiores valores para FC no período da manhã com 89,52 batimentos/min. Já Costa et al. (2020) observaram 99,1 e 98,1 batimentos/min em ovinos Santa Inês nos horários de 11 e 14 horas no estado da Paraíba (clima semiárido).

### *Temperatura retal*

A TR foi influenciada pelos níveis de oferta hídrica e pelo período do dia. A TR é um bom indicador de termorregulação (AL-Haidary, 2014), está variável é um indicativo da temperatura corporal interna, é um parâmetro bastante utilizado para determinar o grau de adaptabilidade dos animais, uma vez que, a elevação acima da normalidade para a espécie, indica que o animal está estocando calor, podendo o estresse térmico manifestar-se (Anderson, 1996). A resposta fisiológica considerada normal para temperatura retal de ovinos varia de 38,3°C a 39,9°C (Robertshaw, 2006), e os valores médios encontrados no presente estudo se mantiveram dentro desse intervalo.

O pequeno aumento ( $P < 0,05$ ) da TR nos animais do tratamento com 40% de oferta hídrica em relação aos dos tratamentos com 80 e 60% pode ser atribuído à diminuição do resfriamento evaporativo em virtude da menor disponibilidade de água para manter a temperatura corpórea. De et. al. (2015) trabalhando com restrição hídrica (20% e 40%) em ovinos da raça Malpura observam que TR se manteve elevada entre os grupos nos turnos da manhã e tarde, durante o período de privação hídrica. Nesta pesquisa, as ovelhas mantiveram a temperatura corporal na faixa da normalidade, o que possivelmente, indica adaptabilidade das ovelhas ao estresse hídrico. Mesmo com o baixo aumento da TR durante o período de restrição de água o que pode ser atribuído à diminuição do resfriamento evaporativo em virtude da menor disponibilidade de água para manter a temperatura corpórea. Santos et al. (2006) afirmam que quando há aumento da temperatura retal, significa que o animal pode estar estocando calor e se não houver dissipação, o estresse por calor é expressado.

Em relação ao período do dia, observou-se as maiores TR ( $P < 0,05$ ) entre as 12:00 e 21:00 horas, coincidindo também com os maiores valores do ITU (Figura 5). A maior TR foi observada as 15:00 horas (39,20°C). A permanência da TR na faixa de normalidade dos animais deste trabalho pode ser indicativa de adaptabilidade ao estresse hídrico. As raças de ovinos desenvolvidas em clima tropical e semiárido, como o Santa Inês, apresentam maior tolerância ao estresse calórico e mesmo que a TR seja afetada pelas altas temperaturas e redução da oferta hídrica, estes animais possuem maior tolerância a alteração da TR (Slimen et al. 2019).

### *Taxa de sudação*

As diferentes ofertas hídricas não influenciaram ( $P > 0,05$ ) a taxa de sudação em nenhuma das regiões anatômicas do corpo (Tabela 4). Observa-se através dos dados de

TS que a diminuição da oferta hídrica não influenciou a homeotermia. Possivelmente esses animais conseguiram regular a temperatura interna sem acionar a sudorese em ambos os períodos do dia, pois a evaporação cutânea é uma importante forma do animal perder calor para manter o equilíbrio térmico (SILANIKOVE 2000), demonstrando uma capacidade adaptativa ao ambiente e as ofertas hídricas.

Tabela 4. Taxa de sudorese ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ) em ovelhas Santa Inês mestiças sob diferentes ofertas hídricas

	Oferta hídrica (%)	Variável	
		Pescoço	Lombo com pelo
	100	74,98	56,56
	80	77,45	63,82
	60	78,69	83,34
	40	128,82	64,26
	EPM	35,80	8,77
P-valor	L	0,317	0,285
	Q	0,510	0,143

	Hora	Variável	
		Pescoço	Lombo com pelo
	9	116,12	62,40
	15	65,32	71,59
	EPM	25,31	6,20
P-valor	H	0,1777	0,3030
	OHxH	0,6538	0,8595

EMP=erro padrão média, L = efeito linear, Q = efeito quadrática

#### 4. CONCLUSÃO

A redução da oferta hídrica induz alterações nas respostas fisiológicas de ovelhas Santa Inês mestiças. Porém, os animais demonstraram adaptabilidade ao estresse hídrico. As ovelhas, quando adaptadas ao clima semiárido, têm capacidade de tolerar até 40% de restrição hídrica por período determinado.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABI SAAB, S.; SLEIMAN, F.T. Physiological responses to stress of filial crosses compared to local Awassi sheep. *Small Ruminant Research*, v.16, p.55-59, 1995.
- AL-HAIDARY, A.A. Physiological responses of Naimey sheep to heat stress challenge under semi-arid environments. *International Journal of Agriculture Biology*, v.6, p.307-309, 2004.
- AOAC - Official methods of analysis of AOAC International. 20<sup>th</sup>ed. (Association of Official Analytical Chemists), Ed., Latimer Jr., GW. Washington (D.C.). 2016, 3.100p.
- AOCS - Official methods and recommended practices of the American Oil Official Method Chemists' Society, 7<sup>th</sup>ed. 2017, 3.000p.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. *Ambiência em edificações rurais: Conforto animal*. 2<sup>a</sup>ed. Viçosa: UFV, 2012. 269p.
- BROOM, D.M.; JOHNSON, K.G. *Stress and animal welfare*. Chapman and Hall, London, 1993, 211p.
- CARMO, T.D.; BARBOSA, P.M.; GERASEEV, L.; COSTA, D.S.; SELES, G.M.; DUARTE, E.R. Intake and digestibility of lamb fed diets containing banana crop residues. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.53, n.2, p.197-205, 2018.
- CERUTTI, W.G.; BERMUDEZ, R.F.; VIEGAS, J.; MARTINS, C.M.M.R. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas ou não a sombreamento e aspersão na pré-ordenha. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.14, n.3, p.406-412. 2013.
- CEZAR, M.F.; SOUZA, B.B.; SOUZA, W.H.; PIMENTA FILHO, E.C.; TAVARES, G.P.; MEDEIROS, G.X. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. *Ciência e Agrotecnologia*, v.28, n.3, p.614-620, 2004.
- COSTA, J.H.S., ARAÚJO, D.F.; NETO, J. P. L., RIBEIRO, N.L.R., SANTOS, L.D.F.D.; SILVA, R.N.; MEDEIROS, G.R. Conforto térmico e estrutura tegumentar de ovinos mantidos em ambiente coberto e descoberto. *Brazilian Journal of Development*, v.6, n.4, p.20.449-20.461, 2020.

- CUNNINGHAM, J.G. Tratado fisiologia veterinária. 3<sup>a</sup>.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, 579p.
- DETWEILER, D.K. Regulação cardíaca. In: DUKES, H.H. Fisiologia dos animais domésticos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, 856p.
- ELOY, A.M.X. Estresse na produção animal. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos. (Comunicado Técnico 87), 2007, 7p.
- EUSTÁQUIO FILHO, A.; TEODORO, S.M.; CHAVES, M.A.; SANTOS, P.E.F.; SILVA, M.W.R.; MURTA, R.M.; CARVALHO, G.G.P.; SOUZA, L.E.B. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, p.1.807-1.814, 2011.
- FUQUAY, J.W. Heat stress as it affects animal production. Journal of Animal Science, v.52, n.1, p.164-174, 1981.
- KUMAR, D.K.; SINGH, K.A.; KUMAR, K.; SAHOO, A.; NAQVI, K.M. Resilience of Malpura ewes on water restriction and rehydration during summer under semi-arid tropical climatic conditions. Small Ruminant Research, v.133, p.123-127, 2015.
- KUMAR, D.K.; SINGH, K.A.; KUMAR, K.; SAHOO, A.; NAQVI, K.M. Effect of water restriction on physiological responses and certain reproductive traits of Malpura ewes in a semiarid tropical environment. Journal of Veterinary Behavior, v.12, p.54-59, 2016.
- LEITÃO, M.M.V.B.R.; OLIVEIRA, G.M.; ALMEIDA, A.C.; SOUSA, P.H.F. Conforto e estresse térmico em ovinos no Norte da Bahia. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.12, p.1.355-1.360, 2013.
- LIGEIRO, E.C.; MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; LOUREIRO, C.M.B. Perda de calor por evaporação cutânea associada às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.2, p.544-549, 2006.
- LUZ, C.S.M.; FONSECA, W.J.L.; BARROS JUNIOR, C.P.; SOUSA, G.G.T.; AMORIM, R.B.; SILVA, L. A.; LIMA, L.A.; SOUSA JÚNIOR, S. C.; SANTOS, K.R. Estimativas de características termorreguladoras de ovinos em período seco e chuvoso criados na região do Vale do Gurgueia, sul do estado do Piauí. Acta Veterinaria Brasilica, v.8, n.1, p.19-24, 2014.

- MACHADO, M.L.S.; GRODZKI, L. Aspectos climáticos regionais e a ecologia zootécnica. In: A produção animal na agricultura familiar do Centro Sul do Paraná. IAPAR, Boletim Técnico, 42, 1994.
- MARAI, I.F.M.; EL-DARAWANY, A.A.; FADIEL, A.; ADBEL-HAFEZ, M.A.M. Physiological traits as affected by heat stress in sheep - a review. *Small Ruminant Research*, v.71, n.1-3, p.1-12, 2007.
- MEDEIROS, L.F.D.; RODRIGUES, V.C.; VIEIRA, D.H.; SOUZA, S.L.G.; CABRAL NETO, O.; OLIVEIRA, C.A.; SILVA, L.A.; FIGUEIREDO, N.; AZEVEDO, S.F. Determinação dos parâmetros fisiológicos, gradiente térmico e índice de tolerância ao calor em diferentes raças de caprinos. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v.37, n.4, p.275-285, 2015.
- McDOWELL, R.E.; HOOVEN, N.W.; CAMOENS, J.K. Effects of climate on performance of Hosteins cows in first lactation. *Journal of Dairy Science*, v.59, p.965-973, 1976.
- NEJAD, J.G., LOHAKARE, J.D., SON, J.K., KWON, E.G., WEST, J.W., SUNG, K.I. Wool cortisol is a better indicator of stress than blood cortisol in ewes exposed to heat stress and water restriction. *Animal*, v.8, p.128-132, 2014.
- NOBRE, I.D.S.; SOUZA, B.B.D.; MARQUES, B.A.D.A.; AZEVEDO, A.M.D.; ARAÚJO, R.D.P.; GOMES, T.L.D.S.; BATISTA, L.F.; SILVA, G.D.A. Avaliação dos níveis de concentrado e gordura protegida sobre o desempenho produtivo e termorregulação de ovinos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.17, p.116-126, 2016.
- NÓBREGA, G.H.; SILVA, E.M.N.; SOUZA, B.B.; MANGUEIRA, J.M. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do Semiárido nordestino. *Revista Verde*, n.6, p.67-73, 2011.
- NRC - Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids, 1<sup>st</sup>.ed. National Academy Press, Washington, DC. 2007, 362p.
- OLIVEIRA, P.T.L.; TURCO, S.H.N.; VOLTOLINI, T.V.; ARAÚJO, G.G.L.; PEREIRA, L.G.R.; MISTURA, C.; MENEZES, D.R. Respostas fisiológicas e desempenho produtivo de ovinos em pasto suplementados com diferentes fontes proteicas. *Revista Ceres*, v.58, p.185-192, 2011.

- PEREIRA, G.M.; SOUZA, B.B.; SILVA, A.M.A.; ROBERTO, J.V.B. Determination of Saanen goats breed physiological parameters in paraiban Semi-Arid. *Revista Verde*, v.6, p.83-88, 2011.
- QUEIROZ, E.O., MACEDO, F.A.F.; BARBOSA, O.R.; ZANCANELA, V.; MORA, N.H.A.P.; BALISCEI, M.A. Parâmetros fisiológicos e desempenho para o velhas Santa Inês e cordeiros ½ Dorper-Santa Inês nas estações verão e inverno. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.16, n.1, p.199-209, 2015.
- RIBEIRO, N.L.; FURTADO, D.A.; MEDEIROS, A.N.; RIBEIRO, M.N.; SILVA, R.C.; SOUZA, C.M. Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.28, p.614-623, 2008.
- ROCHA, R.R.C.; COSTA, A.P.R.; AZEVEDO, D.M.M.R.; NASCIMENTO, H.T.S.; CARDOSO, F.S.; MURATORI M.C.S.; LOPES, J.B. Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no meio-norte do Brasil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.61. n.5. p.1165-1172, 2009.
- SANTOS, L.V.; CARVALHO, C.C.S.; RUAS, J.R.M.; DINIZ, T.A.; SILVA, E.A.; MOREIRA, S.J.M. Impacto do microclima sobre a fisiologia, pelame e produção de leite de vacas lactantes em diferentes estações do ano. *Revista Ciências Agroveterinárias*, v.17, n.3, p.368-376, 2018.
- SANTOS, J.R.S.; SOUZA, B.B.; SOUZA, W.H.; CEZAR, M.F.; TAVARES, G.P. Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semiárido nordestino. *Ciência e Agrotecnologia*, v.30, n.5, p.995-1001. 2006.
- SEJIAN. V.; KUMAR, D.K.; GAUGHAN, B.J.; NAQVI, S.M.K. Effect of multiple environmental stressors on the adaptive capability of Malpura rams based on physiological responses in a semi-arid tropical environment. *Journal of Veterinary Behavior*, v.17, p 6-13, 2017.
- SLIMEN, I.B.; CHNITER, M.; NAJAR, T.; GHRAM, A. Meta-analysis of some physiologic, metabolic and oxidative responses of sheep exposed to environmental heat stress. *Livestock Science*, v.229, p.179-187, 2019.

- SOUZA, B.B.; BENÍCIO, A.W.A.; BENÍCIO, T.M.A. Caprinos e ovinos adaptados aos trópicos. *Journal of Animal Behavior and Biometeorology*, v.3, p.42-50, 2015.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*, v.67, p.1-18, 2000.
- SILVA, G.A.; SOUZA, B.B.; SILVA, E.M.N. Adaptabilidade de ovinos e estratégias para minimizar os efeitos do clima em regiões tropicais. *Journal of Animal Behavior and Biometeorology*. v.3, p.20-27, 2015.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- THOM, E.C. The discomfort index. *Weatherwise*, v.12, n.2, p.57-61, 1959.
- UNDERSANDER, D.J.; HOWARD, W.T.; SHAVER, R.D. Milk per acre spreadsheet for combining yield and quality into a single term. *Journal of Production Agriculture*, v.6, n.2, p.231- 235, 1993.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3.583-3.597, 1991.

**PERFIL BIOQUÍMICO E HEMATOLÓGICO DE OVELHAS MISTIÇAS DE  
SANTA INÊS SUBMETIDAS A DIFERENTES OFERTAS HÍDRICAS**

---

**CAPÍTULO III**

COSTA, C. J. P. **Perfil bioquímicos e hematológicos de ovelhas mestiças de Santa Inês submetidas a diferentes ofertas hídricas.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens). Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens. UFRPE. Garanhuns-PE. Orientador: Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar os parâmetros sanguíneos de ovelhas submetidas a diferentes ofertas hídricas. Utilizou-se 32 ovelhas mestiças da raça Santa Inês com idade média  $2,3 \pm 0,99$  anos e peso inicial de  $32,2 \pm 7,4$ kg, em delineamento casualizado com quatro tratamentos por diferentes ofertas hídricas: 100% (grupo controle), 80% de consumo, 60% de consumo, 40% de consumo de água do grupo controle. Durante o período experimental, os animais permaneceram em baias individuais providas de bebedouros e comedouros sendo a dieta semelhante para todos os tratamentos. Para realização do hemograma as amostras de sangue foram coletadas a cada 15 dias, antes da alimentação por punção da via jugular. A redução de oferta hídrica em ovelhas mestiças da raça Santa Inês provocou efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) na contagem de hemácias e ureia sanguínea. A alanina aminotransferase ocorreu efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ). A concentração urinária de creatinina reduziu linearmente com a diminuição da oferta hídrica. O pH urinário apresentou efeito quadrático, sendo o maior valor observado no tratamento com 80% da oferta hídrica. A proteína urinária aumentou linearmente. Os valores de urobilinogênio apresentaram tendência ( $P = 0,050$ ) ao aumento linear. A urina dos animais de todos os tratamentos apresentou cor amarelada e aspecto límpido e turvo. Conclui-se que as diferentes ofertas hídricas alteram os parâmetros sanguíneos e o sumário de urina de ovelhas Santa Inês mestiças à medida que os níveis de água eram reduzidos.

**Palavras-chave:** Bioquímica, hematologia, ovinos, Semiárido.

COSTA, C. J. P. **Biochemical and hematological profiles of crossbred sheep from Santa Inês submitted to different water offerings** Dissertation (Master's Degree Course in Animal Science and Pastures). Graduate Program in Animal Science and Pastures. UFRPE. Garanhuns-PE. Advisor: Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade.

## **ABSTRACT**

The aim of the present study was to evaluate the blood parameters of sheep submitted to different water offerings. 32 Santa Inês crossbred ewes with an average age of  $2.3 \pm 0.99$  years and an initial weight of  $32.2 \pm 7.4$  kg were used, divided into four treatments and classified by different water offerings: ad libitum (control group), 80% consumption, 60% consumption, 40% water consumption of the control group. During the experimental period, the animals remained in individual pens provided with drinking fountains and feeders, with a similar diet for all treatments. To perform the blood count, blood samples were collected every 15 days, before feeding by puncture of the jugular route. The reduction in water supply in crossbred Santa Inês ewes caused an increasing linear effect ( $P < 0.05$ ) in the count of red blood cells and blood urea. As for alanine aminotransferase, there was a decreasing linear effect ( $P < 0.05$ ). The urinary creatinine concentration decreased linearly with the decrease in water supply. The urinary pH exhibited a quadratic effect, with the highest value observed in the treatment with 80% of the water supply. The urinary protein increased linearly. The values of urobilinogen showed a tendency ( $P = 0.050$ ) to linear increase, which may mean that dehydration occurred. The urine of the animals of all treatments showed a yellowish color and a clear and cloudy appearance. Thus, it is concluded that the different water offerings alter the blood parameters and the urine summary of crossbred Santa Inês sheep as the water levels were reduced.

**Keywords:** Hematology, biochemist, sheep; semi-arid

## 1. INTRODUÇÃO

A criação de pequenos ruminantes está difundida em todas as regiões do Brasil, e principalmente em regiões Semiáridas, este fato dar-se por tais animais possuem capacidades produtivas e adaptativas que propiciam à sua produção nestas regiões (Silva et al., 2016), no entanto, mesmo com tal adaptabilidade, é necessário fornecer alimento e água de boa qualidade (Pereira et al., 2009).

De acordo com o IBGE (2018), o Brasil possui cerca 18,9 milhões de ovinos, sendo a região Nordeste detentora do maior rebanho nacional com 12,6 milhões de animais, correspondendo a cerca de 67% do total de ovinos do território brasileiro. Assim, considerando a população de ovinos da região Nordeste, e que cada indivíduo apresente uma ingestão de 3 litros de água por dia (Neiva et al., 2004), seriam necessários 34.634.817 litros de água por dia, apenas para o consumo desses animais. Com isso, os animais precisam percorrer quilômetros em busca de água, pois a disponibilidade de água para dessedentação animal é limitada em algumas localidades do Semiárido.

Em condições climáticas extremas e com altas temperaturas, a regulação do consumo e a perda de água são importantes para a manutenção da homeotermia nos animais (Oliveira et al., 2012). A avaliação do abastecimento intermitente de água no processo de termorregulação também é importante, considerando a necessidade de água para esse processo. A água é um nutriente de suma importância e deve estar disponível para os animais em quantidades e qualidade necessárias, a indisponibilidade de água adequada os animais são os mais atingidos. A água é um dos fatores que limitam a eficiência da produção animal, contudo na região Semiárida existe a limitação dos recursos alimentares, hídricos e estresse térmico por calor, incidindo diretamente sobre o animal.

Chaves et al. (2009), relataram que em virtude de variações climáticas e genéticas, pesquisas hematológicas em raças exóticas e nativas na região Semiárida são de extrema importância para determinar quais genótipos são mais adaptados, principalmente onde há escassez de água. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes ofertas hídrica nos parâmetros sanguíneos e urinário de ovelhas mestiça da raça Santa Inês.

## 2. MATERIAL MÉTODOS

### *Local do experimento*

O experimento foi conduzido durante o período de fevereiro a abril de 2020 na Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE. O clima da região, segundo classificação de Köppen pertence ao tipo BSw<sub>h</sub>, (Köppen and ), caracterizado como clima semiárido com média anual de precipitação em torno 435 mm, temperatura do ar mensais variando de 24,5°C a 33,8°C, durante o período experimental A umidade relativa do ar varia em média de 69,3% a 73,56 % (TEIXEIRA, 2010).

O experimento foi desenvolvido conforme os princípios éticos na experimentação com animais (protocolo nº 0002/241017) com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela comissão de ética no uso de animais (CEUA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF.

### *Animais, manejo hídrico*

Trinta e duas ovelhas mestiças da raça Santa Inês, com peso corporal médio de 32,2 ± 7,4 kg e idade média de 2,3±0,99 anos foram distribuídas em baias individuais (1,00 × 1,20 m), providas de bebedouros (capacidade para 10 L) e comedouros. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro tratamentos e oito animais por tratamento.

O confinamento foi realizado em galpão aberto (sem paredes laterais) com piso de chão batido, coberto por telhas metálicas e pé direito de 3 m. O período de confinamento teve duração de 77 dias, sendo 63 dias destinados a coletas de dados e 14 dias destinados a adaptação dos animais à dieta experimental e aos tratamentos hídricos. No início do período de adaptação, os animais foram identificados, pesados, tratados contra endo e ectoparasitos e alocados aleatoriamente nas baias previamente identificadas de acordo com os tratamentos.

Os tratamentos consistiram em diferentes ofertas hídricas, sendo: água *ad libitum* (Controle – 100%), 80%; 60% e 40% de oferta do consumo do grupo controle. A água foi fornecida em baldes e pesada antes de ser fornecida e novamente pesadas 24h00 depois (sobras). A água perdida pela evaporação também foi considerada no cálculo do fornecimento da água dos tratamentos. Essa variável foi estimada utilizando baldes

aleatoriamente espalhados pelo galpão experimental, com a mesma quantidade de água disponibilizada para cada tratamento, sendo determinada a diferença de peso ao longo de 24h00. A água foi ofertada uma vez ao dia, às 09h00. Diariamente a oferta hídrica foi calculada de acordo com os tratamentos, o que conferiu consumos médios de 1,79 kg/dia; 1,41 kg/dia (78,77%); 1,11 kg/dia (62,01%) e 0,73 kg/dia (40,78%). Amostras da água ofertada aos animais foram coletadas a cada quinze dias para realização das análises físico-química (Tabela 1).

Tabela 1. Características físico e química da água ofertada no período experimental.

Parâmetros	
Cálcio (mmol/L)	0,63
Magnésio (mmol/L)	0,74
Sódio (mmol/L)	0,27
Potássio (mmol/L)	0,18
Bicarbonatos (mmol/L)	0,32
Sulfatos (mmol/L)	0,51
Cloretos (mmol/L)	0,66
pH	6,98
Condutividade Elétrica (ds/m)	0,08
Dureza total CaCO <sub>3</sub> (mg/L)	3,44

A dieta experimental foi composta por capim elefante variedade Cameron (*Pennisetum purpureum* Schum.) *in natura* e concentrado constituído de fubá de milho, farelo de soja, ureia e sal mineral, formulada com uma relação volumoso:concentrado 46:54 com base na matéria seca (Tabela 2), para obtenção de ganhos de 157g/dia, seguindo as recomendações do NRC (2007). Amostras dos ingredientes da dieta foram coletadas para determinação da sua composição química (Tabela 2). A alimentação foi ofertada diariamente, às 09h00 e 15h00. A quantidade de alimento ofertada foi calculada em função do consumo do dia anterior, permitindo sobras de 15% da quantidade ofertada. Ao decorrer do confinamento os animais apresentaram consumo de matéria seca (CMS) de 1,21 kg/dia (100%), 1,17 kg/dia (80%), 1,20 kg/dia (60%) e 1,21 kg/dia (40%), refletindo em ganho de peso médio diário (GMD) de 0,076 kg/dia (100%), 0,044 kg/dia (80%), 0,067 kg/dia (60%) e 0,090 kg/dia (40%), de acordo com os tratamentos hídricos.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes na base da matéria seca da ração e composição química dos ingredientes e dieta experimental

	Capim elefante	Fubá de milho	Farelo de soja	Dieta
Ingrediente (g.kg <sup>-1</sup> MS) *	460,0	381,0	132,0	-
Composição química (g.kg <sup>-1</sup> MS)				
Matéria seca	261,9	889,3	886,1	576,26
Matéria mineral	105,2	12,9	64,8	61,86
Proteína bruta	105,5	89,9	487,4	149,13
Extrato etéreo	28,7	45,1	19	32,89
Fibra em detergente neutro	708,7	111,6	15,46	370,56
Fibra em detergente ácido	419,5	33,7	8,85	206,97
Carboidratos totais	830,5	859,9	42,8	715,3
Carboidratos não fibrosos	174	642	27,85	328,31
Nutrientes digestíveis totais	570,1	850	80,48	596,71

MS = matéria seca; \*Sal mineral (2%) e ureia (0,7%), níveis de garantia por quilo do produto assegurados pelo fabricante: Cálcio (min.) 190g; Fósforo (min.) 75g; Magnésio (min.) 10g; Cloro (min.) 218g; Enxofre (min.) 70g; Sódio (min.) 143g; Cobre (min.) 300mg; Cobalto (min.) 405mg; Ferro (min.) 500mg; Iodo (min.) 80mg; Manganês (min.) 1100mg; Selênio (min.) 30mg; Zinco (min.) 4.600mg; Flúor (max.) 0,87g; Solubilidade do fósforo (P) em ácido cítrico a 2% (min.): 95%.

O sangue foi coletado a cada 15 dias do ensaio experimental as, 7:00 horas da manhã antes do fornecimento da dieta, ao nível da veia jugular externa. Para a coleta foram utilizados dois tubos Vacutainer®, sendo um tubo contendo anticoagulante EDTA (Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético) e outro sem anticoagulante. Após a coleta, os tubos foram devidamente identificados e acondicionados em caixa isotérmica contendo gelo, e então transportado para o laboratório de Microscopia e Lupas Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco onde foram centrifugados por 15 minutos a 3.500 rpm para a obtenção do soro. Após esta etapa o soro foi armazenado em Eppendorf® para posterior determinação do perfil bioquímico (aspartato transaminase (AST), Alanina Aminotransferase (ALT), albumina, creatinina, colesterol glicose, gama glutamiltransferase (GGT), triglicerídeos e, ureia), para tanto, utilizou-se Kits comerciais BioSystems® e analisador semiautomático.

Para as análises hematológicas foram determinados os eritrócitos, leucócitos totais, hemácias, hematócitos, volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina

corpuscular média (HCM), Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM), Amplitude de Distribuição dos Glóbulos Vermelhos (RDW), Plaquetas, Volume Plaquetário Médio (MPV), Amplitude de Distribuição Volumétrica das Plaquetas (PDW), Procalcitonina (PCT), as quais foram realizadas logo após a coleta sanguínea, através do analisador hematológico automático (modelo 2.8Vet Bioclin<sup>®</sup>).

Na coleta da urina das ovelhas, coletou-se 10% da urina total diariamente para a obtenção de uma amostra composta de cada animal. O material foi acondicionado em coletores plásticos identificados e armazenados em caixa isotérmica, em seguida levada para análises laboratoriais. Para avaliação dos cristais presentes na urina foi realizado sedimentoscopia, de acordo com a metodologia de Garcia-Navarro (1996).

#### *Análise estatística*

Para análise estatística utilizou-se delineamentos inteiramente casualizado, foram realizadas análise ANOVA e regressão os dados foram comparados pelo teste de Tukey, adotando-se um nível 5% de significância. Utilizou-se o do programa estatístico Statistical Analysis System University (SAS, 2015).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os componentes do hemograma avaliado neste estudo (Tabela 3) encontra-se dentro dos valores de referência para espécie ovina (Jawasreh et al., 2010). No entanto, houve efeito linear crescente para contagem de hemácias ( $P = 0,022$ ).

O aumento do número de hemácias com a redução da oferta hídrica pode ser explicado pela diminuição do volume sanguíneo, concentrando então as hemácias (TRHALL, 2007). A perda de líquidos corporais é resultante dos mecanismos de dissipação de calor (sudorese e evapotranspiração) na tentativa de manutenção da temperatura dentro dos limites fisiológicos (Srikandakumar e Johnson, 2004). Avaliando os parâmetros sanguíneos de ovinos em diferentes estações do ano em Gannavaram - Índia, Reddy et al. (2019) observaram maior número de hemácias em ovelhas nos meses de maiores temperaturas, sendo que no mês de fevereiro os autores observaram  $11 \times 10^6$  cm<sup>3</sup> e em maio e junho  $7$  e  $8 \times 10^6$  cm<sup>3</sup>, respectivamente.

Tabela 3. Parâmetros hematológicos em ovelhas mestiça Santa Inês mestiças sob diferentes ofertas hídricas

Variável	Oferta hídrica (%)				EPM	P-valor	
	100	80	60	40		L	Q
Leucócitos totais	7,66	5,83	6,96	6,63	0,64	0,507	0,258
Hemácias <sup>1</sup>	11,68	12,22	12,15	13,02	0,36	0,022	0,655
Hemoglobina	12,27	12,50	12,80	12,83	0,36	0,229	0,797
Hematócrito	36,41	37,67	38,30	38,82	1,13	0,131	0,747
Volume corpuscular médio	31,26	31,15	31,15	30,05	0,81	0,330	0,552
HCM	10,36	10,17	10,32	9,82	0,24	0,160	0,603
CHCM	33,42	33,32	33,50	32,90	0,25	0,237	0,343
RDW	18,01	18,73	18,28	17,85	0,48	0,670	0,320
Plaquetas	577,29	698,95	660,41	634,00	73,08	0,690	0,814
MPV	3,63	3,72	4,98	3,65	0,61	0,638	0,253
PDW	15,46	15,45	15,37	15,45	0,08	0,778	0,625
Procalcitonina	0,21	0,25	0,24	0,23	0,02	0,737	0,256

L=linear; Q=quadrático; HCM=Hemoglobina Corpuscular Média; CHCM=Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média; RDW= Amplitude de Distribuição dos Glóbulos Vermelhos; MPV=Volume Plaquetário Médio; PDW=Amplitude de Distribuição Volumétrica das Plaquetas; <sup>1</sup>Y=13,650375-0,019675x; R=0,84.

O composto orgânico ureia e enzima alanina aminotransferase (ALT) foram influenciadas pela restrição hídrica ( $P < 0,05$ ), sendo que a ureia aumentou linearmente à medida que a água foi reduzida na dieta dos animais e a ALT reduziu linearmente. Estes compostos agem em diversas funções metabólicas, a diminuição sérica de ureia pode ser atribuída ao estado de hipovolemia dos animais (Degen et al., 1992).

Jaber (2004) relata que as concentrações de ureia aumentaram gradualmente com a restrição hídrica, do segundo ao quarto dia, no seu trabalho com ovinos Awassi. Laden et. al (1987), também com ovinos Awassi, relataram que a concentração de ureia aumentou do segundo ao quinto dia restrição hídrica. Estes trabalhos corroboram com o estudo em questão. A privação de água de bebida provoca uma deficiência em água no metabolismo do animal, fazendo com que aumente reabsorção de água no túbulo distal.

Tabela 4. Valores bioquímicos séricos em ovelhas Santa Inês mestiças sob diferentes ofertas hídricas

Variável	Oferta hídrica (%)				EP M	P-valor	
	100	80	60	40		L	Q
Albumina (g/dL)	34,30	41,08	35,89	37,71	1,66	0,502	0,147
Creatinina (mg/dL)	1,10	1,13	1,17	1,25	0,07	0,155	0,690
Glicose (g/dL)	55,95	55,20	54,50	53,16	2,36	0,397	0,903
Ureia <sup>1</sup> (mg/dL)	70,91	82,75	82,50	93,75	4,40	0,002	0,948
PT (g/dL)	68,08	62,16	65,45	67,04	3,04	0,990	0,229
Colesterol (mg/dL)	58,45	64,95	57,87	54,25	3,80	0,195	0,326
Triglicerídeos (mg/dL)	21,83	21,79	21,87	20,08	2,15	0,597	0,688
AST (UI/L)	47,79	62,08	50,41	64,45	5,54	0,133	0,982
GGT (UI/L)	17,91	16,08	20,83	18,33	1,39	0,346	0,814
ALT <sup>2</sup> (UI/L)	14,79	12,24	14,12	9,41	1,45	0,037	0,103

L=linear; Q=quadrático ALT=Alanina Aminotransferase; AST=Aspartato Aminotransferase; GGT=Gama Glutamiltransferase; PT= Proteína Totais; <sup>1</sup>Y=106,368500-0,341269x; R=0,89  
<sup>2</sup>Y=7,658250+0,071244x; R=0,5.

A redução da oferta hídrica para as ovelhas provocou redução linear (P=0,037) da enzima hepática ALT, o que sugere a presença de lesões nos hepatócitos em resposta a desidratação, visto que estas enzimas fazem parte da síntese do processamento dos aminoácidos no fígado (Canova, et al., 2012). Os valores da ALT permaneceram baixo, possivelmente devido ao estresse hídrico, sendo os valores de referência 26,0- 34,0 (Kaneko et. al., 2008). De acordo Antunovic et al. (2011), o aumento da ALT decorre principalmente da mobilização de reservas corporais desses animais, principalmente neste período de restrição hídrica.

Banerjee et al. (2014), estudando o metabolismo de diferentes raças caprinas durante o verão, primavera e inverno, observaram nas raças Sirohi e Barbari, aumento da concentração de ALT no verão (26,44 e 24,58 UI/L) e redução no inverno (20,32 e 20,97 UI/L) em relação à concentração observada na primavera (22,98 e 22,03 UI/L). Comportamento contrário foi observado por Akinmoladun et al. (2020) ao trabalharem com caprinos em restrição hídrica (0, 30 e 50%), os autores observaram aumento dos níveis séricos de ALT sendo as médias observadas 17,11; 18,78 e 20,75 (UI/L), respectivamente. Os autores atribuíram tal aumento a hemoconcentração da enzima em questão e a capacidade adaptativa dos animais ao estresse hídrico.

Diante dos parâmetros urinários observados na (Tabela 5), a variação para creatinina teve efeito linear decrescente ( $P=0,020$ ). A creatinina urinária é originária da desidratação da creatina e/ou fosfocreatina, derivada dos tecidos musculares e excretada via renal, sendo assim a creatinina é considerada um marcador de massa muscular, estado nutricional e taxa de filtração glomerular, de modo que, níveis elevados de creatinina apontam uma deficiência na funcionalidade renal e níveis reduzidos podem indicar hidratação excessiva, doenças musculares degenerativas e insuficiência hepática (Kozloski et al. 2005; Henriques et al. 2016). Apesar da redução linear dos valores de creatinina com a diminuição da oferta hídrica, estes são considerados normais para espécie ovina sendo adotada a variação nas médias entre 52,45 a 39,93 mg/dL como referência Carro et.al. (2012).

Tabela 5. Concentração urinária de creatina e ureia em ovelhas Santa Inês mestiças sob diferentes ofertas hídricas

Variável	Oferta hídrica (%)				EPM	P-valor	
	100	80	60	40		L	Q
Creatinina <sup>1</sup> (mg/dL)	52,45	41,86	41,93	39,93	3,40	0,020	0,218
Ureia (mg/dL)	43,25	43,33	46,08	42,58	6,00	0,978	0,768

L=linear, Q=quadrático <sup>1</sup> $Y=30,923425+0,187476x$ ;  $R=0,72$ .

A concentração urinária de ureia não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelas diferentes ofertas hídricas, sendo que a média dos tratamentos (43,81 mg/dL) está acima do intervalo recomendado para espécie ovina que é de 17,12 a 42,8 mg/dL de acordo com Kaneco et al. (2008). Segundo Henriques et al. (2016) a ureia e a creatinina são indicadores de alterações na função renal mais preciso.

Nas análises do sedimento urinário (Tabela 6), os cristais estavam presentes em todos os grupos, sendo a maior quantidade observada no grupo 80% de oferta hídrica. Embora dois grupos de restrição apresentaram leucócitos, e só um grupo teve levedura na urina. Tal comportamento pode ser explicado pelo fato de a privação de água diminuir o aparecimento desses sedimentos na urina dos ovinos. Para as análises de bactérias, grande parte foi ausente, e já para as amostras de células a normalidade das células classificadas como raras (GARCIA-NAVARRO, 2005).

Todas as amostras apresentaram uma coloração amarela, variando entre amarelo claro até o amarelo citrino (Tabela 7). Porém, as urinas dos animais do grupo de 80% de oferta hídrica não apresentaram nenhuma cor destas descritas. A cor da urina de ovinos, de acordo Ortolani et. al. (2003), é amarela e apresenta estado mais fluido. A coloração é pela presença de urocromos que são pigmentos resultantes da combinação entre peptídeos com urobilina e urobilinogênio. A coloração urinária pode ter variações desde o amarelo claro, característica de urinas mais diluídas, pode possuir baixa densidade, até o amarelo escuro, comum em urina com alta densidade (HENDRIX, 2005). Em relação ao aspecto da urina observou-se variação entre o límpido e turvo, pode ocorrer a turbidez como resultado o aparecimento de mucos, bactérias, células, ou devido à presença de cilindros

Tabela 6. Frequência da sedimentoscopia em ovelhas Santa Inês mestiças sob diferentes ofertas hídricas

Item	Oferta hídrica (%)			
	100	80	60	40
Leucócitos	0 / 8	1 / 8	0 / 8	1 / 8
Cristais	1 / 8	4 / 8	1 / 8	1 / 8
Levedura	0 / 8	1 / 8	0 / 8	0 / 8
Bactérias				
Ausente	3 / 8	0 / 8	0 / 8	1 / 8
+	3 / 8	4 / 8	4 / 8	2 / 8
++	1 / 8	2 / 8	1 / 8	1 / 8
+++	1 / 8	2 / 8	2 / 8	4 / 8
Células				
Raras	6 / 8	4 / 8	4 / 8	3 / 8
Moderada	0 / 8	3 / 8	2 / 8	2 / 8
Elevada	2 / 8	1 / 8	2 / 8	3 / 8

(HENDRIX, 2005). Já para densidade das amostras houve variação 1,005 a 1,008, sendo que a normalidade da espécie é de 1,015 a 1,045 (REECE, 2006; CARVALHO, 2008). A aferição da densidade urinária ajuda na avaliação da função dos túbulos renais, pois é um indicador muito útil da habilidade de concentração urinária renal.

Tabela 7. Densidade e frequência dos parâmetros físicos da urina de ovelhas Santa Inês em diferentes ofertas hídricas

Item	Oferta hídrica (%)				EPM	P-valor	
	100	80	60	40		L	Q
Densidade	1,005	1,006	1,006	1,008	0,012	0,058	0,627
Cor							
Amarelo claro	0 / 8	3 / 8	3 / 8	3 / 8			
Amarelo palha	3 / 8	0 / 8	2 / 8	2 / 8			
Amarelo citrino	5 / 8	5 / 8	3 / 8	3 / 8			
Aspecto							
Límpido	4 / 8	3 / 8	3 / 8	4 / 8			
Turvo	4 / 8	5 / 8	5 / 8	4 / 8			

L=linear Q=quadrático

Em relação ao odor das amostras de urina (96/96) foi *Sui generis*, se houvesse algum animal com infecção por microrganismo, seria degradado a ureia na urina, e o odor seria fétido (Taffarel et al., 2012). Nenhum animal apresentou alteração no odor urinário durante o período deste estudo, este fato evidencia o quanto a restrição hídrica pode influenciar composição da urina dos animais, sendo que a privação de água pode ocorrer a desidratação desses animais.

Não foi observada a presença de glicose, corpos cetônicos e nitritos na urina das ovelhas submetidas a diferentes ofertas hídricas (Tabela 8). As hemácias não foram influenciadas pelos tratamentos ( $P>005$ ). O pH teve efeito quadrático crescente ( $P=0,034$ ), fato atribuído a maior concentração de sais na urina principalmente de cálcio. O pH urinário variou 7,62 a 8,75, sendo o intervalo de pH considerado normal para ovinos de 7,0 a 8,0 (CARVALHO, 2008; GARCIA-NAVARRO, 2005) Sendo assim, todos os tratamentos apresentaram o pH urinário dentro da normalidade.

Outro aspecto que contribui para o aumento do pH e a evapotranspiração, tal mecanismo acionado na tentativa de manter a homeotermia, costuma resultar no aumento da frequência respiratória, está por sua vez faz com que o animal elimine maior quantidade de  $CO_2$ , promovendo uma alcalose (Srikandakumar e Johnson, 2004).

A proteína aumentou linearmente ( $P<0,05$ ) com a restrição hídrica. Observou-se a presença de proteína na urina de todos os animais que estavam em restrição hídrica, este fato pode ser explicado pela filtração renal, a diminuição da ingestão de água pode ter comprometido esta função, restando a proteína por conta do seu alto peso molecular, as

proteínas normalmente estão ausentes na urina, entretanto em casos de baixa ingestão de água, estas podem ser encontradas em pequenas quantidades (GARCIA-NAVARRO, 2005).

Tabela 8. Características químicas da urina de ovelhas Santa Inês mestiças sob diferentes ofertas hídricas

Item	Oferta hídrica (%)				EPM	P-valor	
	100	80	60	40		L	Q
pH <sup>1</sup>	7,62	8,68	8,75	8,31	0,33	0,169	0,034
Proteínas <sup>2</sup>	0,00	3,75	3,75	5,62	2,21	0,039	0,675
Urobilinogênio <sup>3</sup>	0,10	0,10	0,10	0,32	0,07	0,050	0,138
Hemácias	0,00	0,00	0,00	1,00	0,50	0,190	0,326
Glicose	nd	nd	nd	nd			
Corpos cetônicos	nd	nd	nd	nd			
Nitrito	nd	nd	nd	nd			

L=linear; Q=quadrático; Nd= não detectado; <sup>1</sup>y= 4,962500 + 0,120625x - 0,000938x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup>= 0,98; <sup>2</sup>y = 9,187500 - 0,084375x, R<sup>2</sup>= 0,85; <sup>3</sup>y = 0,392500 - 0,003375x, R<sup>2</sup>= 0,60.

Para as amostras de urobilinogênio houve efeito linear crescente (P=0,050), (Tabela 8). A presença de urobilinogênio é considerado normal quando se encontra a 0,10 mg/dL PUGH (2005), quando valores estiver acima disto ocorre um aumento da bilirrubina na urina, no tratamento de 40% de oferta hídrica o nível de urobilinogênio foi acima do recomendado, podendo indicar estado de desidratação.

#### 4. CONCLUSÃO

A redução da oferta hídrica provoca alterações nas variáveis bioquímicas, hematológicas e no sumário de urina de ovelhas Santa Inês mestiças. A oferta hídrica de 40 % provoca leve desidratação em ovelhas Santa Inês mestiças.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKINMOLADUN, O.F.; FON, F.N.; MPENDULO, C.T.; OKOH, O. Performance, heat tolerance response, and blood metabolites of water-restricted Xhosa goats supplemented with vitamin C. *Translational Animal Science*, v.4, n.2, txaa044, 2020.
- ANTUNOVIC, Z.; NOVOSELEC, J.; SAUERWEIN, H.; SPERANDA, M.; VEGARA, M.; PAVIC, V. Blood metabolic profile and some of hormones concentration in ewes during different physiological status. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, v.17, n.5, p.687-695, 2011.
- AOAC - Official methods of analysis of AOAC International. 20<sup>th</sup>ed. (Association of Official Analytical Chemists), Ed., Latimer Jr., GW. Washington (D.C.). 2016, 3.100p.
- AOCS - Official methods and recommended practices of the American Oil Official Method Chemists' Society, 7<sup>th</sup>ed., 2017, 3.000p.
- BANERJEE, D.; UPADHYAY, R.C.; CHAUDHARY, U.B.; KUMAR, R.; SINGH, S.; ASHUTOSH, S. Seasonal variations in physio-biochemical profiles of Indian goats in the paradigm of hot and cold climate. *Biological Rhythm Research*, v.46, n.2, p.221-236, 2015.
- BATISTA, M.C.S; CASTRO, R.S.; REGO, E.W.; CARVALHO, F.A.A.; SILVA, S.M.M.S.; CARVALHO, C.C.D; RIET-CORREA, F. Hemograma, proteinograma, ionograma e dosagens bioquímicas e enzimáticas de ovinos acometidos por conidiobolomicose no Nordeste do Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.29, n.1, p.17-24, 2009.
- BALSOM, P.D.; SÖDERLUND, K.; EKBLÖM, B. Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. *Sports Medicine*, v.18, n.4, p.268-280, 1994.
- BRITO, M.A.; GONZÁLEZ, F.D.; RIBEIRO, L.A; CAMPOS, R.; LACERDA, L.; BARBOSA, P.R.; BERGMANN, G. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e na lactação. *Ciência Rural*, v.36, n.3, p.942-948, 2006.
- CARVALHO, M. B. Semiologia do Sistema Urinário. In: FEITOSA, F.L. *Semiologia Veterinária*. São Paulo: Roca, p.389-409, 2008.
- CIRILLO, M. Evaluation of glomerular filtration rate and of albuminuria/proteinuria. *Journal of Nephrology*, v.23, n.2, p.125-132, 2010.

- EMBRAPA. Raças. Disponível em: <http://www.cnpc.embrapa.br/racas2.htm>. Acesso em 09 dez. 2019.
- FERREIRA, F.; CAMPOS, W.E.; CARVALHO, A.U.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L.; SILVA, M.V.G.B.; VERNEQUE, R.S.; SILVA P.F. Taxa de sudação e parâmetros histológicos de bovinos submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.61, p.763-768, 2009.
- GARCIA-NAVARRO, C. E. Exame do sedimento urinário. In: GARCIA-NAVARRO, C. Manual de urinálise veterinária. São Paulo: Varela, p.59-86, 2005.
- HALL, M.B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. *Journal of Animal Science*, v.81, n.12, p.3.226-3.232, 2003.
- HENDRIX, C.M. Procedimentos laboratoriais para técnico veterinários. 4.ed. São Paulo: Rocca, 2005. 556p.
- HENRIQUES, L.C.S.; GREGORY, L.; RIZZO, H.; HASEGAWA, M.Y.; MEIRA JR, E.B.S. Avaliação dos fatores etários sobre a função renal de ovelhas Santa Inês. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. v.36, n.7, p.642-646, 2016.
- IRIADAN, M. Variation in certain hematological and biochemical parameters during the peri-partum period in Kilis does. *Small Ruminant Research*, v.73, p.54-57, 2007.
- JABER, L.S.; HABRE, A.; RAWDA, N.; ABISAID, M.; BARBOUR, E.K.; HAMADEH, S.K. The effect of water restriction on certain physiological parameters in Awassi sheep. *Small Ruminant Research*, v.54, p.115-120, 2004.
- JAIN, N.C. *Essentials of veterinary hematology*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. 417p.
- JAWASREH K, AWADEH F, BANI-ISMAIL Z, AL-RAWASHDEH O, AL-MAJALI A. Normal hematology and selected serum biochemical values in different genetic lines of Awassi ewes in Jordan. *The Internet Journal of Veterinary Medicine*, 2010.
- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical biochemistry of domestic animals*, 6<sup>a</sup>ed. San Diego: Academic Press, 2008. 928p.
- KOZLOSKI G.V., FIORENTINI G., HÄRTER C.J.; SANCHEZ, L.M.B. Uso da creatinina como indicador da excreção urinária em ovinos. *Ciência Rural*. v.35, n.1, p.98-102, 2005.
- KREIDER, R. B. Effects of creatine supplementation on performance and training adaptations. *Molecular and Cellular Biochemistry*, v.244, n.1-2, p.89-94, 2003.
- KRAJNICKAKOVA, M.; BEKEOVA, E.; KACMARIK, J.; VALOCKY, I.; HENDRICHOVSKY, V.; MARACEK, I. Comparison of selected hematological

- parameters in September and February lambing of Slovak Merino sheep. *Small Ruminant Research*, v.26, p.131-135, 1997.
- LADEN, S., NEHAMDI, L., YAGIL, R. Dehydration tolerance in Awassi fat-tailed sheep. *Canadian Journal of Zoology*, v.65, p.363-367, 1987.
- LEE, J. A.; ROUSSEL, J. D.; BEATTY, J. F. Effect of temperature season on bovine adrenal cortical function, blood cell profile, and milk production. *Journal of Dairy Science*, v.59, n.1, p.104-108, 1974.
- LEITE, P.G. Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de fêmeas Morada Nova submetidas a diferentes temperaturas e níveis de salinidade da água. Dissertação de Mestrado 60f. (Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, 2016.
- MATOS JÚNIOR, J.J.L. Desempenho produtivo, respostas fisiológicas e comportamentais de ovinos mestiços confinados recebendo água salina. Dissertação de Mestrado 61f. (Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, 2016.
- NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N.; OLIVEIRA, S.M.P.; MOURA, A.A.A.N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santas Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Agropecuária Científica no Semiárido, v.8, n.1, p.23-27, 2012.
- NRC - Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids, 1<sup>st</sup> ed. National Academy Press, Washington, DC. 2007, 362p.
- PAES, P.R.; BARIONI, G.; FONTEQUE, J.R. Comparação dos valores hematológicos entre caprinos fêmeas da raça Parda Alpina de diferentes faixas etárias. *Veterinária Notícias*, v.6, n.1, p.43-49, 2000.
- PUGH, D.G. Clínica de ovinos e caprinos. São Paulo: Roca, 2005. 513p.
- RADOSTITS, O.M.; GAY, C.C.; BLOOD, D.C.; HINCHCLIFF, K.W. Clínica veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 1.737p.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I.; SILVA, J.F.C.; CECOM, P.R.; GONÇALVES, L.C.; DIAS, H.L.C.; LINHARES, R.S. Concentração plasmática de ureia e excreções de ureia e creatinina em novilhos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.4, p.1235-1243, 2000.
- ROCHA, R.R.C.; COSTA, A.P.R.; AZEVEDO, D.M.M.R.; NASCIMENTO, H.T.S.; CARDOSO, F.S.; MURATORI, M.C.S.; LOPES, J.B. Adaptabilidade climática de

- caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.*, v.61, n.5, p.1165-1172, 2009.
- SANTOS, F.C.O.; MENDONÇA, C.L.; SILVA FILHO, A.P.; CARVALHO, C.C.D.; SOARES, P.C.; AFONSO, J.A.B. Indicadores bioquímicos e hormonais de casos naturais de toxemia de prenhez em ovelhas. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.31, n.11, p.974-980, 2011.
- SAROR, D.; SCHILLHORN, V.; Van VEEN, T.W. Hematological values of Uda and Yankasa sheep in the Northern Guinea Savanna of Nigeria. *Tropical Animal Health and Production* v.9, p.245-248, 1977.
- SILVA SOBRINHO, A.G.; SAÑUDO, C.; OSÓRIO, J.C.S.; ARRIBAS, M.M.C.; OSÓRIO, M.T.M. *Produção de carne ovina*. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 228p.
- SILVEIRA, J.M. *Patologia clínica veterinária: teoria e interpretação*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988-196p.
- SCHUTTE, J.E.; LONGHURST, J.C.; GAFFNEY, F.A.; BASTIAN, B.C.; BLOMQVIST, C.G. Total plasma creatinine: an accurate measure of total striated muscle mass. *Journal of Applied Physiology*, v.51, p.762-766, 1981.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SRIKANDAKUMAR, A.; JOHNSON, E.H. Effect of heat stress on milk production, rectal temperature, respiratory rate and blood chemistry in Holstein, Jersey and Australian Milking Zebu cows. *Tropical Animal Health and Production*, v.36, p.685-692, 2004.
- TAFFAREL, L.E.; COSTA, P.B.; POZZA, M.S.S.; WOBETO, J.R.; MUNCHEN, E.P. *Correlação entre características físicas, pH e contagem bacteriana da urina de ovinos*. *Synergismus scyentifica, UTFPR*, v.7, 2012. 3p.
- THRALL, M.A. *Hematologia e bioquímica clínica veterinária*. 1ª ed. São Paulo: Roca, 2007. 582p.
- UNDERSANDER, D.J.; HOWARD, W.T.; SHAVER, R.D. Milk per acre spreadsheet for combining yield and quality into a single term. *Journal of Production Agriculture*, v.6, n.2, p.231-235, 1993.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

- VIANA, R.B.; BIRGEL JÚNIOR, E.H.; AYRES, M.C.C.; BIOJONI, F.S.M.; SOUZA, M.C.C.; BIRGEL, E.H. Influência da gestação e do puerpério sobre o leucograma de caprinos da raça Saanen, criados no Estado de São Paulo. *Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science*, v.39, n.4, p.196-201, 2002.
- YU, P.; BOON-EK, L.; LEURY, B.J.; EGAN, A.R. Effect of dietary protein variation in terms of net truly digested intestinal protein (DVE) and rumen degraded protein balance (OEB) on the concentrations and excretion of urinary creatinine, purine derivatives and microbial N supply in sheep: comparison with the prediction from the DVE/OEB model. *Animal Feed Science and Technology*, v.93, p.71-91, 2001.
- ZANI, B.H.; BARCELOS, B.; MADUREIRA K.M. Parâmetros hematológicos e bioquímicos de ovinos da raça Dorper. *Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente*, v.13, n.20, p.83-92, 2010.